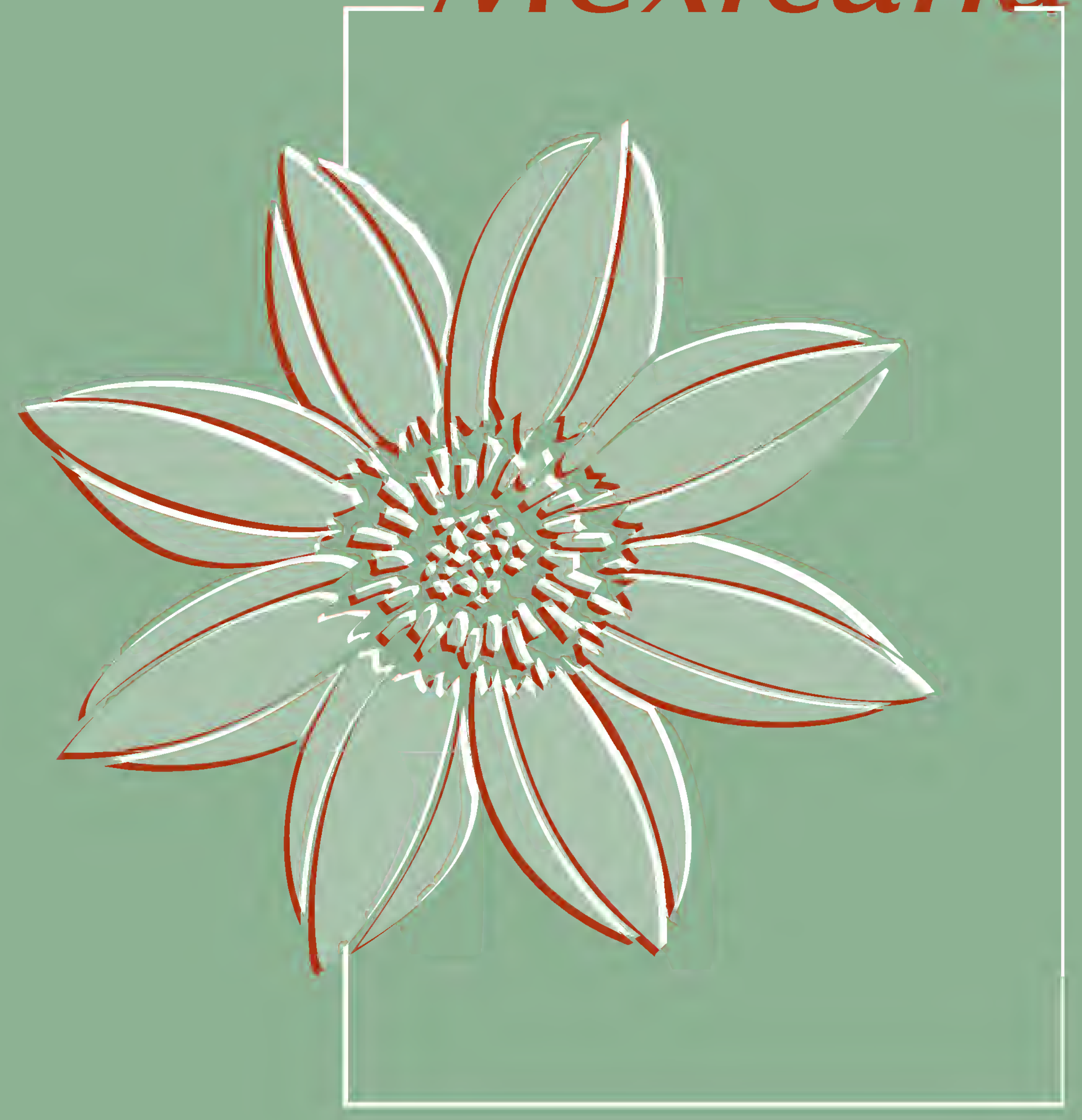
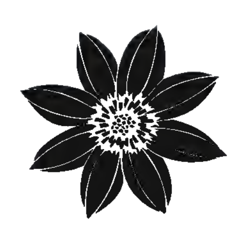
ISSN 0187-7151

Acta Botanica Mexicana



INSTITUTO DE ECOLOGIA, A.C.

Número 83
ABRIL 2008
Pátzcuaro, Mich.



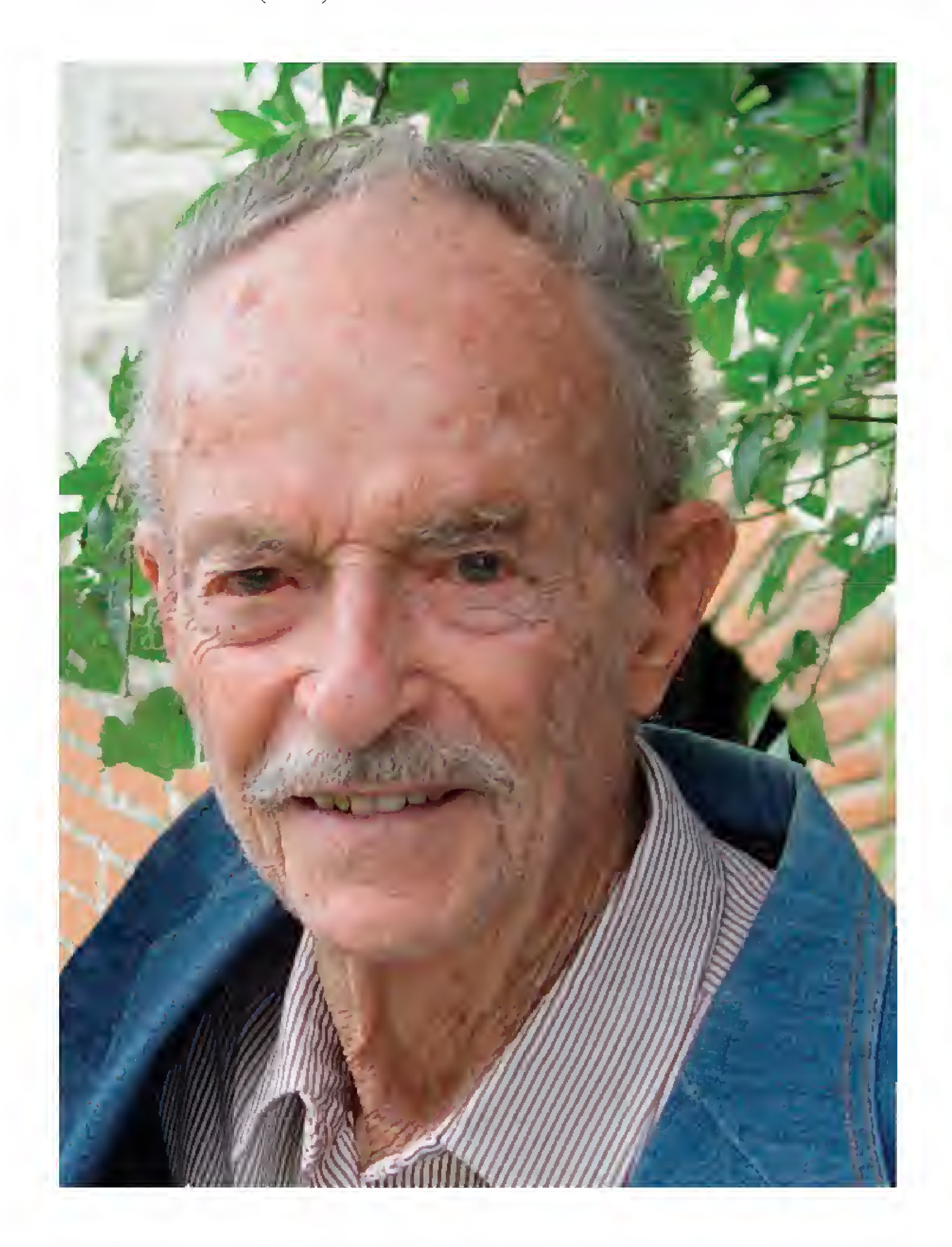
Acta Botanica Mexicana

Acta Botanica Mexicana es editada y distribuida por el Instituto de Ecología, A.C. Centro Regional del Bajío, Av. Lázaro Cárdenas No. 253, apartado postal 386, 61600 Pátzcuaro, Michoacán, México.

Acta Botanica Mexicana es editada y distribuida por el Instituto de Ecología, A.C. Centro Regional delBajío, Av. Lázaro Cárdenas No. 253, apartado postal 386, 61600 Pátzcuaro, Michoacán, México. Editor responsable: Jerzy Rzedowski Rotter. Certificado de Licitud de Título, Certificado de Licitud de Contenido y Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo, en trámite.

Las normas editoriales e instrucciones para los autores pueden consultarse en la página de internet: www.ecologia.edu.mx/publicaciones/ABM.htm

Acta Botanica Mexicana 83: 1-11 (2008)



JAMES HINTON (1915-2006)

James Hinton falleció la tarde del domingo 23 de julio de 2006. La comunidad botánica perdió a un distinguido, entusiasta y estimado miembro que mucho aportó para ampliar el saber de su campo. Sus familiares y amistades sentimos gran dolor al enterarnos de su partida, nos consuela el recuerdo de su vibrante personalidad, su radiante alegría, su natural bonhomía y el valioso legado que prodigó a la humanidad con el intenso trabajo de su extraordinaria vida.

El carácter jovial, alegre y bromista estuvo siempre presente en la personalidad de James Hinton. Fue ejemplar hijo, esposo, padre, abuelo y amigo. Su agradable sonrisa y su risueña, penetrante mirada, comunicaban la calidez de su gran cora-

zón. Era ameno y hábil conversador, platicaba sobre cualquier tema, tenía muy vasta cultura, pues fue entusiasta lector, incansable viajero y tuvo relaciones con personas de diversos campos. Muy inquieto, todo lo realizó con excelencia, finura y elegancia: además de su extensa obra que contribuyó a engrandecer el saber humano en la Botánica, realizó diversas actividades mencionadas al final de la presente semblanza.

Nació en la ciudad de México, D.F., el 24 de septiembre de 1915. Tuvo la opción de escoger como nacionalidad la inglesa o la mexicana, pero él comentaba que prefirió esta última pues amaba a nuestro país, incluso le agradaba ser nombrado "Jaime". Sus padres fueron los ingleses George Boole Hinton y Emily Wattley. Su padre vivió siete años en Inglaterra, siete en Japón y después emigró con su familia a Estados Unidos. Fue el menor de tres hermanos, el mayor fue Howard E. y el segundo George B. Jaime heredó el espíritu científico de sus antecesores: fue bisnieto de George Boole, lógico y matemático inglés descubridor del álgebra booleana, fundamental en el diseño de las computadoras electrónicas y en las matemáticas puras; fue nieto de Charles Howard Hinton, profesor de matemáticas en Princeton y novelista, y de Mary Everest Boole, también matemática y escritora; fue sobrino nieto de George Everest, Inspector General de la India y director de la Gran Medición Trigonométrica de la India, cuyo nombre se dio al monte más alto del mundo; fue sobrino nieto de la Sra. Voynich, escritora, y de James Hinton, cirujano y escritor.

El interés de Jaime por las plantas surge de su padre, George Boole Hinton, ingeniero minero, notable persona de vida ejemplar que empezó colectando helechos en los alrededores de Temascaltepec, Estado de México, donde trabajaba como superintendente de la mina Lane Rincon Mines. Su padre decía que la colecta de plantas era una inofensiva manera de satisfacer la innata curiosidad humana y le comunicó su interés, por lo que Jaime, además de desarrollar de manera prolífica su talento literario y de ejercer sus habilidades empresariales, fue desde los 21 años un apasionado colector de plantas; este entusiasmo fue a su vez instilado a su hijo George, quien sigue la noble tradición familiar y actualmente es curador del herbario G. B. Hinton. George comenzó a colectar con su padre en los 60's y desde hace poco más de 25 años registra toda la información del herbario en su computadora.

A Jaime le gustaba más colectar en las montañas; descubrió plantas que llevan su nombre en las cumbres más altas de Nuevo León, Coahuila, Michoacán, Guerrero y Oaxaca. En 1992, cuando tenía 77 años, subió al cerro El Viejo, en Zaragoza, Nuevo León, pasó la noche en la cima a 3,500 m s.n.m., habiendo dejado la camioneta a unos 1,000 metros más abajo. Llevaba siempre una libreta de apuntes de bolsillo, entre diversas anotaciones registraba detalles de sus expediciones botánicas, a partir de la primera de éstas llenó más de 120 libretas.

En la revista Mexican Life de mayo de 1939 Jaime relata que cuando tenía 23 años de edad, a instancias de su padre abandonó sus estudios universitarios de economía en Canadá dos años antes de terminar y volvió a México para apoyarlo en sus exploraciones botánicas. Pasó cinco años colaborando en esta actividad, recorriendo a lomo de mula las más remotas regiones de Guerrero y Michoacán. En una libreta de apuntes describió un viaje en avión que lo llevó, el 23 de julio de 1937, de la Ciudad de México a Coyuca de Catalán, Guerrero, donde se reunió con su padre. Los lugares y fechas mencionados en la libreta concuerdan con los datos de exploraciones efectuadas ese año después de su llegada. Jaime y su padre descubrieron más de 30 especies nuevas durante ese viaje. Con base en datos de sus libretas de apuntes creemos que las colectas realizadas en Guerrero a partir de abril de 1938 (GBH 14000 a GBH 14999) fueron hechas por Jaime mientras su padre estaba activo en Michoacán. Por ejemplo GBH 14520 de Carrizo - Santo Domingo, Galeana, Guerrero, y GBH 15031 de S. Torrecillas, Coalcomán, Michoacán, se obtuvieron el mismo día, el 30 de julio de 1939. Sabemos de 47 especies nuevas que fueron descritas de esas exploraciones en Guerrero.

Desde su llegada a México se registran aproximadamente 5,600 números de especímenes, de los que fueron descritas poco más de 200 novedades para la ciencia. Es difícil separar las colectas hechas por él de las de su padre. Una vez éste le propuso a Jaime añadir su nombre a las etiquetas del herbario pero él no aceptó, opinando que lo importante era el apellido Hinton.

En febrero de 1942, en Temascaltepec, Estado de México, se descubrió *Eugenia alnifolia* McVaugh, GBH 16292, el último tipo encontrado por Hinton et al. en el suroeste de México. Su padre murió en 1943 y Jaime no volvió a explorar en esa región. Los datos de las colectas hechas por James Hinton después de 1942 se presentan al final de esta semblanza.

En febrero de 1944 exploró la Sierra La Paila y los alrededores de Saltillo, Coahuila. También lo hizo en la Sierra de Anáhuac, cerca de Monterrey. En total fueron 414 números entre 1944 y 1949, empezando por GBH 16500. La mayoría de los ejemplares fue identificada por el personal del U. S. National Herbarium y por I. M. Johnston. Hay un tipo de esa época, el correspondiente a *Cassia monozyx* Irwin & Barneby.

Pasaron veinte años para que Jaime volviera a colectar plantas, pues se dedicó a trabajar para mantener a la familia que formó con Helen Hart, su esposa durante 63 años. En 1969 empezó a explorar en las inmediaciones de Cuernavaca, Morelos y en el cerro Potosí en Galeana, Nuevo León. Inició con el número GBH 17000. En 1969 y 1970 obtuvo 160 números en Morelos y otros 243 en Nuevo León, de los

que se describieron seis especies nuevas del cerro Potosí, cuatro de ellas de la cima. Hizo 189 colectas en el municipio de Tenango del Aire, Estado de México y envió los duplicados de las mismas, para su identificación, a Jerzy Rzedowski, con quien después colaboró en la elaboración de una biografía de su padre G. B. Hinton. Rzedowski le sugirió recurrir a Billie L. Turner, de la Universidad de Texas, porque en Austin tenían la mejor colección del noreste de México. Desde que se conocieron, Jaime y Billie cultivaron una gran amistad perdurable a través del tiempo.

De 1971 a 2006 registró 5,693 números de colecta, principalmente en Nuevo León, Oaxaca, Tamaulipas, Coahuila y Estado de México. La localidad más visitada en Nuevo León fue el cerro El Viejo en Aramberri y Zaragoza, seguida por el cerro Grande en Aramberri. Otros lugares muestreados fueron: en Iturbide el camino entre Iturbide y Agua Blanca; en Galeana en el cerro El Gallo, San José de Las Joyas y Santa Rita; en Zaragoza en las inmediaciones de Peña Nevada; en Tamaulipas sobre el camino entre Güemes y Dulces Nombres; en Coahuila en Sierra La Marta y El Coahuilón. En 1995 y 1996, a los 81 años de edad, Jaime viajó tres veces desde su casa en el Municipio de Galeana, Nuevo León, a Oaxaca para explorar la región de Quiexobra. Allá hizo las últimas colectas botánicas de su vida.

La mayor parte de sus ejemplares fueron identificados por B. L. Turner, G. Nesom, G. Hinton, M. Mayfield, J. Rzedowski y J. Á. Villarreal. Además han contribuido varios especialistas: C. Todzia, J. & C. Reeder, J. Valdés-Reyna, T. P. Ramamoorthy, L. Constance, T. Wendt, P. A. Fryxell, David Hunt, J. Henrickson, J. T. Mickel, J. A. Encina, M. Martínez, P. M. Peterson, A. Hofer, R. Dicht, A. Lüthy, L. Hernández, J. Lüthy, A. Hempel, A. L. Ferrari, H. Luhrs y 109 botánicos más con menos de 20 identificaciones cada uno.

En su honor fueron nombrados un género y cinco especies: *Jaimehintonia gypsophila* B. L. Turner, *Lupinus jaimehintonianus* B. L. Turner, *Muhlenbergia jaime-hintonii* P. M. Peterson & Valdés-Reyna, *Salvia jaimehintoniana* Ramamoorthy ex B. L. Turner, *Salvia jacobii* Epling y *Stachys jaimehintonii* B. L. Turner.

De las colectas del noreste de México y Oaxaca se han descrito 116 nuevas especies y otras siete están en preparación. De éstas, 56 fueron colectadas por Jaime, 56 por George y 11 entre ambos.

Jaime Hinton conservó más de 5,200 especímenes de los obtenidos en años anteriores en el del suroeste de México (4,700 están en proceso de ser montadas), que incluye 241 tipos. En el herbario G. B. Hinton se encuentra incorporado además un duplicado de las colectas del noreste de México, por lo que actualmente cuenta con más de 16,000 ejemplares que incluyen 353 tipos (5 en preparación), 10 holotipos (2 en preparación) y un neotipo, total sobrepasado por pocas colecciones en México. Sus ejemplares se pueden encontrar en los herbarios: ANSM, ENCB, IEB y TEX.

Sus expediciones no eran un cómodo día de campo. En el citado artículo de la revista Mexican Life, Jaime comenta acerca de los preparativos para el viaje a Teotepec y del adverso ambiente en que estaría inmerso: varios días sin ver a otras personas; escasez de comida, de agua; atravesar profundas corrientes de agua cargando su equipaje; negrura total en la selva, sólo él y sus burros. ¿Qué mueve a un hombre a soportar incomodidades, penurias, soledad, en la altitud de frías montañas, en la espesura de exuberantes selvas, aguantar durante largas horas los quemantes rayos del sol? A Jaime lo movía la plena conciencia de su noble misión: colaborar a acrecentar el saber humano. No lo atraía el oropel de la fama, mucho menos la posibilidad de obtener remuneración por su labor; prodigó generosamente su tiempo, recursos y esfuerzo para darnos conocimientos sin esperar reconocimientos. La presente semblanza se complementa con algunos detalles biográficos de su extraordinaria vida.

Cuando Jaime estudió en Vancouver, Columbia Británica, practicó el canotaje a lo largo de la costa y en los ríos, la natación en el mar helado y el pugilismo; ganó competencias de natación en Alberta. Amaba la natación, siempre que estuvo cerca de una piscina y bajo cualquier condición climática, nadaba un kilómetro por día, y afirmaba que en 50 años habría llegado nadando a Canadá.

Como empresario, trabajó en Saltillo, Coahuila, donde fue gerente de la Guayulera y exploró la zona de la Sierra La Paila en busca de guayule, excursiones que aprovechaba para colectar plantas. En 1954 se movió a la ciudad de Monterrey, Nuevo León, donde trabajó como agente de ventas. En 1957 se mudó a Cuernavaca, Morelos, en donde vivió 21 años, durante los cuales fundó dos compañías en la Ciudad de México: una fabricante y distribuidora de productos químicos y la otra una surtidora industrial. Tuvo tres ranchos: en el Estado de México estableció una granja de pavos y una plantación de maguey; en Aguililla, Michoacán, una plantación de tomate y melones y en Nuevo León, en el rancho Aguililla cultivó trigo, alfalfa, papa y plantó un huerto de manzanos, duraznos y perales. Pasó mucho tiempo viajando por carretera para visitar sus ranchos y atender sus negocios. Conocía los números de casi todas las carreteras de México.

Una de sus aficiones preferidas era el escalar montañas. Llegó muchas veces a la cumbre del Popocatépetl y del Iztaccíhuatl. Tenía asombrosa condición física, una vez escaló el Potosí llevando en hombros a su pequeña hija Jamie. Escaló sin compañía el Pico de Orizaba donde pasó, comentaba, la noche más larga de su vida.

Le gustaba mucho construir. Al renovar su casa en Cuernavaca, una de las primeras modificaciones que hizo fue construir una piscina. En el rancho Aguililla edificó cuatro casas, una oficina, el herbario G. B. Hinton y su piscina. En su rancho en Tenango del Aire levantó una casa y un expendio de pulque.

Jaime heredó de su madre la confianza en las bondades del ayuno, lo practicó por diversas razones durante toda su vida; pasaba sin alimentos una semana cada año para purificar su organismo, sólo agua tomaba durante ese lapso.

Fue un prolífico escritor de novelas e historias cortas. De 1937 a 1941 publicó al menos 62 de estas últimas, cuatro con el seudónimo Andrés Mendoza. La mayoría se dio a conocer en México en la revista “Mexican Life”, de la que Jaime era editor asociado. Durante su desempeño de tal cargo escribió la novela *Some day shall be tomorrow*. Durante sus últimos veinte años compuso 123 historias cortas, 22 fueron publicadas en diversas revistas; también fue autor de cinco novelas: *Mandriagua* (620,000 palabras); *Flight of the Yaquis* (193,000 palabras); *Angela* (337,000 palabras), *Requiem* (110,000 palabras) y *Juan Caraveo* (71,000 palabras), publicada en 2004.

En uno de sus cuentos, *Lenina*, publicado en la revista Snowy Egret, Jaime relata sus riesgosos intentos para recuperar a su querida mula negra Lenina, regalo de su padre y vengarse del sujeto que se la robó. En el epílogo detalla su petición al Dr. Carl Epling de nombrar una especie de *Salvia* en homenaje a su mula, pues ésta participó en el descubrimiento de casi todas las veinticuatro nuevas especies del mencionado género que él y su padre colectaron en la Sierra Madre del Sur. El Dr. Epling describió *Salvia leninae* en su honor.

Muchas de sus historias y novelas, escritas en su vejez, fueron ubicadas en el México rural que bien recordaba y mucho amaba. Cuando tenía 90 años se acordaba de nombres lejanos como Toro Muerto, Teotepec, Piedra Ancha, Nanchititla, Armenia, Plan de Carrizo, Cruz Pacífica y las distancias entre ellos medidas en días a lomo de mula.

De todas las especies que colectó, Jaime Hinton estaba quizá más asombrado por *Lupinus jaimehintonianus*. George recuerda decir a su papá “Imagina, un lupinus árbol”. Hoy pensamos: “Imagina, ¡un Jaime Hinton!”

George S. Hinton
Octavio Leal Garcilita

Rancho Aguililla, Galeana, N. L.
Febrero 2008

Datos sobre las colectas hechas por James Hinton después de 1942. Con un asterisco se señalan las colectas en que fue acompañado por George Hinton.

Especies nuevas encontradas por Jaime Hinton.

Núm. de colecta	Familia	Taxon
18765	Adiantaceae	*Cheilanthes hintoniorum* Mend. & Nesom
18887	Apiaceae	*Arracacia hintonii* Const. & Affolter
18426	Apiaceae	*Tauschia hintoniorum* Const. & Affolter
17935	Asclepiadaceae	*Cynanchum mccartii* var. *latifolium* B. L. Turner ex Henrickson
18779	Asteraceae	*Ageratina gypsophila* B. L. Turner
26304	Asteraceae	*Ageratina miahuatlana* B. L. Turner
22484*	Asteraceae	*Ageratina viejoana* B. L. Turner
17970	Asteraceae	*Brickellia hintoniorum* B. L. Turner
26724	Asteraceae	*Coreopsis mutica* var. *miahuatlana* B. L. Turner
26409	Asteraceae	*Desmanthodium hintoniorum* B. L. Turner
18868	Asteraceae	*Erigeron hintoniorum* Nesom
18902	Asteraceae	*Gnaphalium flavocephalum* Nesom
17263	Asteraceae	*Gnaphalium hintoniorum* Nesom
18666	Asteraceae	*Grindelia hintoniorum* Nesom
18876	Asteraceae	*Hymenopappus hintoniorum* B. L. Turner
26557	Asteraceae	*Psacalium hintoniorum* B. L. Turner
17048	Asteraceae	*Senecio hintoniorum* B. L. Turner
23969	Asteraceae	*Senecio viejoanus* B. L. Turner
18763	Asteraceae	*Solidago ericamerioides* Nesom
17264	Asteraceae	*Solidago hintoniorum* Nesom
18333	Asteraceae	*Solidago wrightii* Gray var. *orientalis* Nesom
21611*	Asteraceae	*Stevia hintoniorum* B. L. Turner
26141	Asteraceae	*Stevia quiexobra* B. L. Turner
24873	Asteraceae	*Trigonospermum hintoniorum* B. L. Turner
26474	Asteraceae	*Trixis hintoniorum* B. L. Turner
26294	Asteraceae	*Verbesina miahuatlana* B. L. Turner
18093	Asteraceae	*Verbesina zaragozana* var. *intermedia* G. S. Hinton & B. L. Turner
24791	Asteraceae	*Vernonia hintoniorum* B. L. Turner

Continuación.

Núm. de colecta	Familia	Taxon
24718	Asteraceae	*Vernonia zaragozana* B. L. Turner
18211	Boraginaceae	*Antiphytum hintoniorum* Higgins & B. L. Turner
26206	Boraginaceae	*Cynoglossum hintoniorum* B. L. Turner
21805*	Cactaceae	*Turbinicarpus booleanus* G. S. Hinton
16565	Caesalpiniaceae	*Cassia monozyx* Irwin & Barneby
17108	Caryophyllaceae	*Stellaria hintoniorum* B. L. Turner
26426	Caryophyllaceae	*Stellaria miahuatlana* B. L. Turner
23797	Crassulaceae	*Sedum hintoniorum* B. L. Turner
17551	Crassulaceae	*Sedum papillicaulum* Nesom
22118*	Fabaceae	*Lotus hintoniorum* B. L. Turner
22936	Fabaceae	*Lupinus hintoniorum* B. L. Turner
26160	Fabaceae	*Lupinus jaimehintonianus* B. L. Turner
23961	Gentianaceae	*Gentiana hintoniorum* B. L. Turner
26744	Geraniaceae	*Geranium miahuatlanum* B. L. Turner
21186*	Hyacinthaceae	*Hemiphylacus hintoniorum* L. Hernández
18223	Hydrophyllaceae	*Phacelia hintoniorum* B. L. Turner
18453	Hydrophyllaceae	*Phacelia potosina* B. L. Turner
17868	Hydrophyllaceae	*Phacelia zaragozana* B. L. Turner
22440*	Iridaceae	*Sisyrinchium hintoniorum* Nesom
21348*	Lamiaceae	*Salvia georgehintoniana* Ramamoorthy ex B. L. Turner
18999	Lamiaceae	*Scutellaria aramberrana* B. L. Turner
18213	Lamiaceae	*Scutellaria hintoniorum* Henrickson
18294	Lamiaceae	*Stachys hintoniorum* B. L. Turner
17545	Lamiaceae	*Stachys langmaniae* Rzed. & Rzed.
21444*	Liliaceae	*Allium hintoniorum* B. L. Turner
17200	Liliaceae	*Zigadenus hintoniorum* B. L. Turner
22636*	Orchidaceae	*Galeottiella hintoniorum* Todzia
23259	Orchidaceae	*Malaxis chica* Todzia
21284*	Orchidaceae	*Malaxis hintonii* Todzia
26227	Papaveraceae	*Bocconia hintoniorum* B. L. Turner
17243	Poaceae	*Festuca hintoniana* E. Alexeev

Continuación.

Núm. de colecta	Familia	Taxon
18191	Rosaceae	*Cercocarpus mexicanus* Henrickson
25127	Rubiaceae	*Galium hintoniorum* B. L. Turner
18278	Rubiaceae	*Hedyotis nigricans* var. *gypsophila* B. L. Turner
18422	Scrophulariaceae	*Castilleja galehintoniae* Nesom
19166	Scrophulariaceae	*Penstemon galloensis* Nesom
22882	Solanaceae	*Lycianthes hintonii* E. Dean
22937	Solanaceae	*Lycianthes moziniana* (Dun.) Bitter var. *margaretiana* E. Dean
22104*	Solanaceae	*Physalis hunzikeriana* M. Martínez

Total de colectas por estado de Jaime Hinton.

Estado	Núm. de colectas	Núm. de especies nuevas
Coahuila	675	8
Estado de México	191	-
Morelos	160	-
Nuevo León	2,869	33
Nuevo León*	1,136	11
Oaxaca	850	12
Tamaulipas	566	3
Otros estados	6	-
Totales	6,453	67

Municipios en los que colectó Jaime Hinton.

Municipio	Núm. de colectas	Núm. de especies nuevas
Jiménez, Chihuahua	1	-
Arteaga, Coahuila	383	7
Castaños, Coahuila	6	-
General Cepeda, Coahuila	108	1
Monclova, Coahuila	1	-
Parras, Coahuila	1	-

Continuación.

Municipio	Núm. de colectas	Núm. de especies nuevas
Ramos Arizpe, Coahuila	1	-
Sabinas, Coahuila	3	-
Saltillo, Coahuila	171	-
San Buenaventura, Coahuila	1	-
Tenango del Aire, Edo. de México	191	-
Saucedo, Guanajuato	1	-
Pátzcuaro, Michoacán	1	-
Villa Escalante, Michoacán	1	-
Cuernavaca, Morelos	160	-
Allende, Nuevo León	12	-
Aramberri, Nuevo León	538	4
Aramberri, Nuevo León*	50	-
Dr. Arroyo, Nuevo León	54	-
Galeana, Nuevo León	1,129	20
Galeana, Nuevo León*	269	1
Iturbide, Nuevo León	230	1
Iturbide, Nuevo León*	275	5
Linares, Nuevo León	25	-
Montemorelos, Nuevo León	42	-
Monterrey, Nuevo León	2	-
Rayones, Nuevo León	19	-
Santa Catarina, Nuevo León	110	-
Santiago, Nuevo León	157	-
Villa de García, Nuevo León	4	-
Zaragoza, Nuevo León	547	8
Zaragoza, Nuevo León*	542	5
Miahuatlán, Oaxaca	796	11
Pochutla, Oaxaca	54	1
Ciudad del Maíz, San Luis Potosí	1	-
Güemes, Tamaulipas	71	1
Hidalgo, Tamaulipas	466	2
Llera, Tamaulipas	1	-
Victoria, Tamaulipas	3	-

Continuación.

Municipio	Núm. de colectas	Núm. de especies nuevas
Villa Mainero, Tamaulipas	25	-
Mazapil, Zacatecas	1	-
Totales	6,453	67

Número de colectas y de especies nuevas por año, descubiertas por Jaime Hinton y número de especies nuevas.

Año	Núm. de colectas	Núm. de especies nuevas	Año	Núm. de colectas	Núm. de especies nuevas
1944	103	1	1986	175	1
1945	1	-	1987	107	1
1946	83	-	1988	49	-
1947	24	-	1989	32	-
1948	3	-	1989*	31	-
1949	200	-	1990	46	-
1969	272	6	1991	27	-
1970	74	-	1991*	438	5
1971	16	-	1992	8	-
1978	195	-	1992*	419	5
1979	208	2	1993	375	7
1980	309	5	1993*	248	1
1981	247	6	1994	988	4
1982	193	-	1995	691	9
1983	275	3	1996	331	3
1984	139	4	Totales	6,453	67
1985	146	4			



Acta Botanica Mexicana 83: 13-23 (2008)

CYPRINGLEA (CYPERACEAE) REVISITED, A NEW COMBINATION AND STATUS

Anton A. Reznicek[1] and M. Socorro González Elizondo[2]

[1]University of Michigan Herbarium, 3600 Varsity Drive, Ann Arbor, MI, 48108-2287 U.S.A. reznicek@umich.edu
[2]Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango. Sigma s.n. Fraccionamiento 20 de Noviembre II, 34220 Durango, Durango, México. herbario_ciidir@yahoo.com.mx

ABSTRACT

Cypringlea (Cyperaceae), a Mexican endemic genus segregated from *Scirpus*, includes three species. *Cypringlea evadens*, previously treated as a variety or under synonymy of *C. analecta*, is raised here to the specific level. It differs in the degree of inflorescence compounding, proportion of spikes that are peduncled, total number of spikes, as well as leaf width and the proportionate length of inflorescence bracts. A key to distinguish the species, as well as descriptions and data on distribution and habitat are given. *Cypringlea analecta* is newly recorded for Nuevo León, Tamaulipas and Querétaro, *C. coahuilensis*, previously known only from the type collection in Coahuila, is recorded also from Nuevo León, and *C. evadens* is newly recorded for Guerrero and Oaxaca.

Key words: Cyperaceae, *Cypringlea*, endemism, Mexico, *Scirpus*.

RESUMEN

Cypringlea (Cyperaceae) es un género segregado de *Scirpus*, endémico de México, con tres especies. *Cypringlea evadens*, previamente considerada como variedad de *C. analecta* o bajo sinonimia de ésta, se reconoce aquí a nivel específico, difiriendo en el grado de división de la inflorescencia, proporción de espigas pedunculadas, número total de espigas, anchura de la hoja y longitud proporcional de las brácteas de la inflorescencia. Se presenta una clave para distinguir las especies, así como descripciones y datos sobre su distribución y hábitat. *Cypringlea analecta* se cita por primera vez para Nuevo León, Tamaulipas y Querétaro; *C. coahuilensis*, conocida previamente sólo de la localidad tipo en Coahuila, se da a conocer para Nuevo León; y *C. evadens* se registra por primera vez para Guerrero y Oaxaca.

Palabras clave: Cyperaceae, *Cypringlea*, endemismo, México, *Scirpus*.

Cypringlea M. T. Strong (Cyperaceae), a Mexican endemic genus previously considered as a part of *Scirpus*, was segregated as a genus (Strong, 2003) because of differences in habitat, leaf blade development and morphology, inflorescence morphology, the possession of rudimentary perianth bristles, and morphology of the embryo. It differs from most Mexican Scirpeae in having well developed leaves and foliaceous involucral bracts, characters shared with *Bolboschoenus* and *Scirpus* sensu stricto. *Cypringlea* is distinguished from them because the perianth bristles are shorter than the achene, smooth or with antrorse to divergent, blunt, inconspicuous protuberances (vs. shorter to much longer than achene, smooth or with retrorse, acute teeth), embryo of the *Carex*-type (vs. of the *Schoenoplectus*-type and *Fimbristylis*-type, respectively), and in being terrestrial plants (vs. aquatic, subaquatic or of very humid places). Additionally, *Cypringlea* differs from *Scirpus* sensu stricto in having spikelets with (0-)1-4 empty basal scales (vs. basal scales with flower). From *Bolboschoenus* it differs in the absence of corms at the base (vs. corms present), presence of a ligule (vs. ligule absent), spikelets much narrower (1-3.5 mm vs. 5-10 mm), floral scales glabrous, obtuse, acute, or acuminate, emucronate or with a short mucro (vs. puberulent, notched and awned), and shorter achenes (0.7-2.2 mm vs. 2.3-4 mm). These genera are members of the tribe Scirpeae Kunth ex Dumortier (Strong, 2003), one of the less cohesive groups among sedges (Bruhl, 1995). Following Goetghebeur's (1998) classification, they belong to the subfamily Cyperoideae Süssenguth.

When Strong (2003) published the genus *Cypringlea*, he did not recognize the entity that had been described from Chiapas as *Scirpus analecti* var. *evadens*, noting that "The specimen *Purpus 2889* (GH, US), from Puebla, is intermediate between the fascicled spikelets of the type material and that of *S.* var. *evadens* in having both solitary and fascicled spikelets at ray tips." The Chiapas collection was considered to represent a disjunct population. Strong's observations about the spikelets are correct. However, examination of a number of additional collections has shown that there are nevertheless two entities involved in Strong's *C. analecta*: the typical entity, and another element, more southern, including the type of *Scirpus analecta* var. *evadens*. The differences, however, are not simply peduncled versus sessile spikes. The diagnostic features involve the degree of inflorescence compounding, especially as represented by the distalmost inflorescence branches, and also the proportion of spikes that are peduncled as well as the total number of spikes. In addition the two entities differ in leaf width and the proportionate length of inflorescence bracts.

In collections from northeastern Mexico, from Nuevo León and Tamaulipas to Hidalgo, the distalmost inflorescence branches are terminated by fascicles of 2-7 sessile or nearly sessile (peduncles not more than 5 mm long) spikelets; long-pe-

duncled spikelets, if any, are only at proximal inflorescence nodes. Inflorescences have 25-ca. 200 spikelets with only 0-15% peduncled. The inflorescences also have longer bracts, with the longest (lowest) involucral bract being 1.5-2.6 times as long as the inflorescence (Fig. 1). This northern plant is generally more robust and wider leaved, with the widest leaves on the plant 5.5-7.4 mm wide.

Collections from southern Mexico, from SW Puebla, Oaxaca, Guerrero, and Chiapas, have the distalmost inflorescence branches terminated by fascicles of 2-4 spikelets, with the lower spikelets of many or most fascicles pedunculate; the longer peduncles 5-24 mm long. Also, the inflorescences have 6-60 spikelets with 20-80% of the spikelets peduncled. The inflorescence bracts are typically more or less equal to the inflorescence, the longest ranging from 0.7-1.5 times as long as the inflorescence (Fig. 2). The more southern entity is also more delicate and lax, and has the widest leaves only 2.8-5(5.8) mm wide. The two groups are compared in Fig. 3, using inflorescence bract proportions and widest leaf width. The differences between both taxa are enough to raise the southern entity to the specific rank, retaining the epithet *evadens* as its name.

Cypringlea M. T. Strong, Novon 13: 123. 2003. *Scirpus* sect. *Oxycaryum* (Nees) Beetle (p.p.); *Scirpus* sect. *Androcoma* (Nees) Benth. & Hook. (p.p.), N. Amer. Flora 18: 481. 1947.

Key to species:

1. Leaves filiform, 0.3-0.8 mm wide; culms obtusely trigonous to compressed-trigonous; 0-1 sterile scales at the base of the spikelet (excluding the prophyll); anthers 1.7-2.8 mm long; achene 1.1-1.5 mm wide .... *C. coahuilensis*
1. Leaves 2-7.4 mm wide; culms triquetrous; 2-4 sterile scales at the base of the spikelet (excluding the prophyll); anthers 0.6-1.8 mm long; achene (0.7-)0.8-1.1 mm wide 2
   2. Ultimate (distalmost) inflorescence branches terminated by fascicles of 2-7 ± sessile spikelets, peduncles, if any, < 5 mm long (long-pedunculate spikelets may occur at more proximal inflorescence nodes); longest inflorescence bract 1.5-2.6 times as long as the inflorescence; spikelets 25-200, 0-15% peduncled; widest leaves 5.5-7.4 mm wide .... *C. analecta*
   2. Ultimate (distalmost) inflorescence branches terminated by fascicles of 2-4 spikelets, with the lowest spikelets of many or most fascicles individually pedunculate, with longer peduncles 5-24 mm long, longest inflorescence bract 0.7-1.5 times as long as the inflorescence; spikelets 6-60, 20-80% peduncled; widest leaves 2.8-5(-5.8) mm wide .... *C. evadens*



Fig. 1. Inflorescence of *Cypringlea analecta* (Beetle) M. T. Strong [*Purpus 5454* (GH, isotype)].

Cypringlea analecta (Beetle) M. T. Strong, Novon 13: 125. 2003. *Scirpus analecta* Beetle, Brittonia 5: 148. 1944 (as *Scirpus analecti).* Type: Mexico. San Luis Potosí, Minas de San Rafael, May 1911, *C. A. Purpus 5454* (holotype, NY; isotypes, F, GH, MO, UC (has date of July 1911 according to Strong, 2003), US).

Plants in small clumps with usually solitary culms; culms 40-85 cm tall, 1.5-2.5 mm wide, erect to spreading, triquetrous, coarsely ribbed, the angles antrorsely scabrous distally, smooth proximally. Leaves 6-14, essentially basal; sheaths 3-13 cm long, whitish to stramineous, strongly ribbed, old sheath bases brownish, becoming slightly fibrous, the inner band whitish-hyaline to brown, membranous, finely veined, the apex concave; ligule rounded, 1-4(-9) mm long, the free portion brownish, 0.2-0.3 mm wide; blades linear, 10-80 cm long, 3.5-7.4 mm wide, the widest ca. 5.5-7.4 mm, more or less flat to somewhat V-folded, margins and keel of midvein antrorsely scabrous, especially distally, the apex becoming triquetrous. Inflorescence terminal, umbellate, 5-19 cm long, 3-7 cm wide, with 6-10 primary involucral bracts, the lowermost 1-2 leaf-like and exceeding the inflorescence, the uppermost setaceous, lowest involucral bract 10-30 cm long, 1.5-2.6 times as long



Fig. 2. Inflorescence of *Cypringlea evadens* (C. D. Adams) Reznicek & S. González [*Breedlove 11204* (MICH)].

as the inflorescence; primary rays 5-15 ascending to curving with age, at least the thinnest more or less flexuous, flattened or compressed-trigonous, antrorsely scabrous on margins distally, smooth proximally, the longest 5-11 cm, second, third, and occasionally fourth order branching present, with the spikelets ultimately sessile or rarely short-peduncled (< 5 mm) in fascicles of 2-7 or rarely solitary at tips of primary or second order branches. Spikelets 25-200 per inflorescence, not more than 15% peduncled, linear-ellipsoid, 4-9.5 mm long, 1.7-2.7 mm wide, cuneate at base, acute at apex; scales somewhat spreading, loosely spirally arranged, with 2-4 sterile scales at the base of the spikelet (excluding the prophyll) and 8-25 fertile

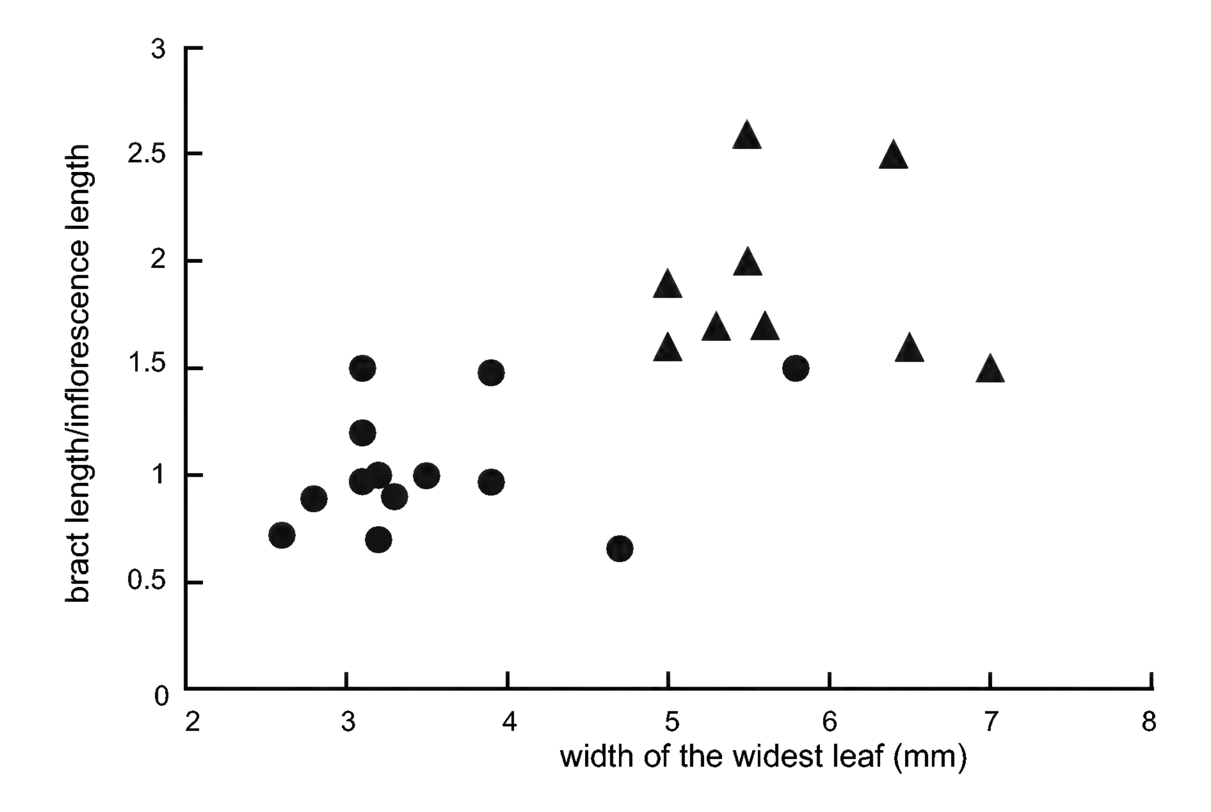


Fig. 3. Scatter diagram comparing *Cypringlea analecta* and *C. evadens* on the basis of the bract length/inflorescence length ratio and width of the widest leaf. ● *Cypringlea evadens*, spikelets often with peduncles > 5 mm long; ▲ *Cypringlea analecta*, spikelets all essentially sessile.

scales; fertile scales 1.7-2.7 mm long, 0.9-1.3 mm wide, ovate to ovate elliptic, obtuse to rounded, yellowish to pale brown with a green to brown, 3-nerved mid-zone and hyaline margins, partially enveloping the achene. Achene 1.3-1.6 mm long, 0.9-1.1 mm wide, dark brown, obovate to elliptic-obovate, flattened-trigonous to more or less plano-convex or even slightly concavo-convex, rounded to more or less cuneate to a sessile base, rounded to the apex, with an indistinct collar and sometimes a very short apiculus, finely papillose; style branches reddish, feathery with elongate papillae. Anthers 1.1-1.8 mm long, apiculate.

Known from Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Querétaro, and Hidalgo. A reference from Michoacán (Espejo and López-Ferrari, 1997) has not been confirmed. From the western slopes of the Sierra Madre Oriental, scarce to locally abundant in rocky sites, often on karstic limestone substrate on slopes and ravines. Usually in humid areas with temperate pine-oak forest. Alt. 1485-2250 m. Common name: zacate.

Specimens mapped (Fig. 4): Hidalgo, Jacala, Jul 1936, *E. Lyonnet 1318* (US); Nuevo León, Mpio. Galeana, La Poza to Río de San José, gypsum hillside, 1450 m, 31 May 1992, *Hinton et al. 22037* (IEB, MICH); *ibid.*, 1465 m, 18 Sep 1993, *Hinton et al. 23337* (IEB); *ibid.*, 24 March 1992, *Hinton et al. 21875* (IEB); Galeana-Rayo-

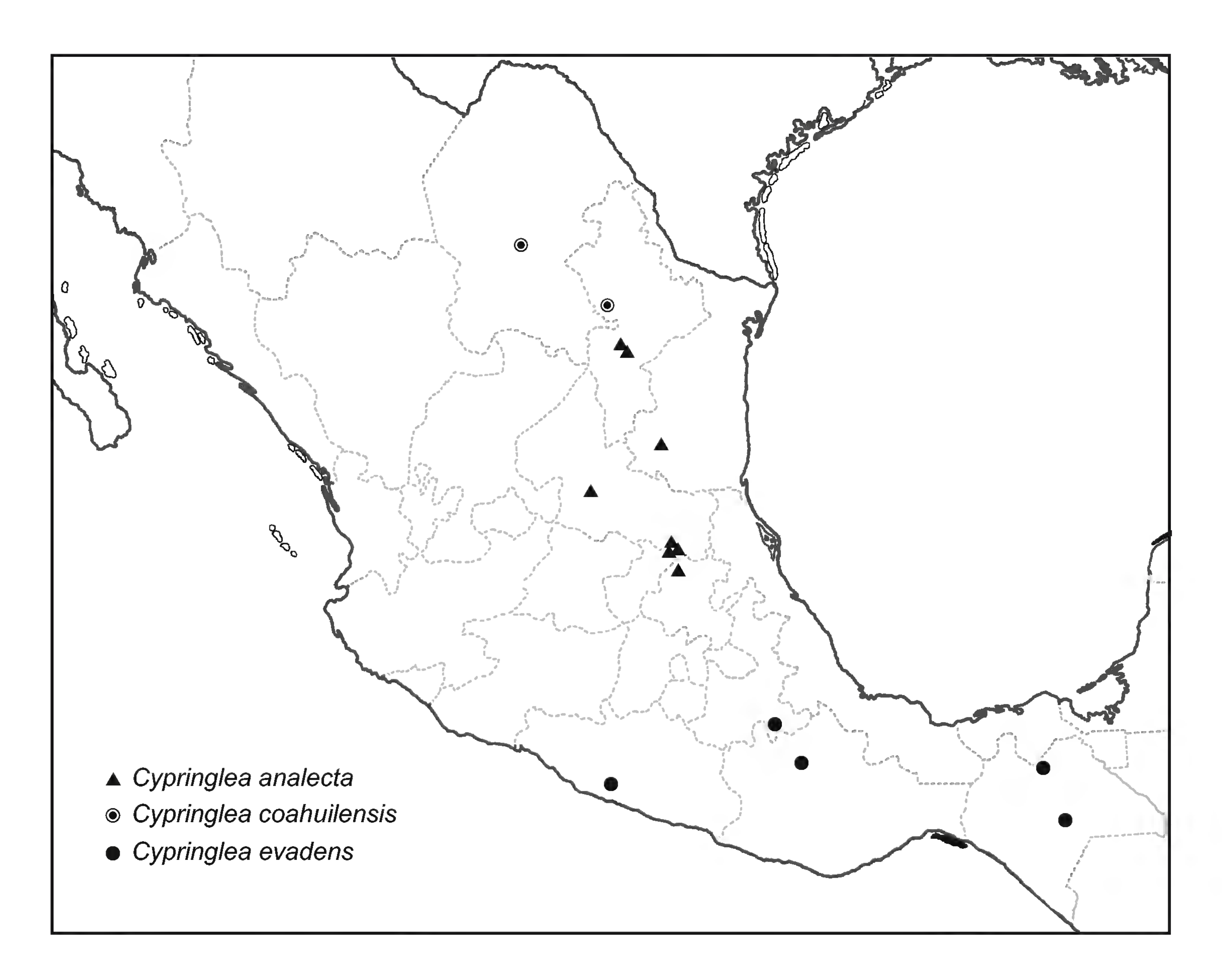


Fig. 4. Distribution of *Cypringlea analecta*, *C. coahuilensis* and *C. evadens*.

nes, bushy hillside, 1485 m, *Hinton et al. 24238* (ANSM, CIIDIR, IEB); Querétaro, Mpio. Jalpan, 5-6 km al noroeste de San Juan de los Durán, El Arroyo, 1500-1600 m, 21 Aug 1991, *B. Servín 1270* (CIIDIR, IEB, MICH); Mpio. Jalpan, El Ojo de Agua, San Juan de los Durán, 21°27'41" N 99°10'42" W, 1300 m, cañada húmeda con elementos del bosque mesófilo de montaña entre el bosque de *Pinus greggii*, 24 Oct 2003, *S. Zamudio y L. Hernández 12567* (IEB); Mpio. Jalpan, 1.5 km al SE de Valle Verde por el camino a La Cercada, 21°30' N 98°9'25" W, bosque mesófilo de montaña, sobre ladera de rocas calizas, 1400 m, 24 Sep 2002, *S. Zamudio y V. Steinmann 12108* (IEB); Mpio. Landa de Matamoros, 10 km al NW de El Madroño, sobre el camino a Tres Lagunas, *J. Rzedowski 44095* (IEB); Mpio. Landa de Matamoros, 10 km al NW de El Madroño, sobre el camino a Tres Lagunas, *J. Rzedowski 44100* (CIIDIR, IEB); Mpio. Landa de Matamoros, El Llano Chiquito, 21°23.009" N 99°9.7' W, 1900 m, *S. Zamudio y E. Carranza 11163* (CIIDIR, IEB, MICH); Mpio.

Landa de Matamoros, Llano Chiquito valley, along trail to Llano del Conejo, below El Puerto del Conejo, 21°24' N, 99°7' W, 2250 m, 14 Jun 2000, *A. A. Reznicek 11094 with S. Zamudio & G. Ocampo* (CIIDIR, IEB, MICH); San Luis Potosí, San Jose Pass, 15 Aug 1890, *C. G. Pringle 3175* (F, GH, ISC, K, MICH, MO, MU, NY, US, VT) (the nomen nudum *Scirpus potosinus* was based on this number); Tamaulipas, 16 km sur de Palmillas, 1600 m, en arroyo seco, chaparral, dominantes *Pinus*, *Quercus, Rhus, Juniperus*, *Croton*, arbustos de leguminosas y compuestas, 15 Oct 1984, *A. McDonald 1089* (IEB).

Cypringlea coahuilensis (Svenson) M. T. Strong, Novon 13: 129. 2003. *Scirpus coahuilensis* Svenson, J. Arnold Arbor. 25(1): 46. 1944. Type: Mexico. Coahuila, western Coahuila, high limestone ridge with forest of *Pinus pinceana*, SW end of the Sierra de la Fragua, 1-2 km N of Puerto Colorado; abundant, coarse tufts 1-3 ft tall, on rocky slopes with scrub oaks and *Pinus pinceana*, 2 Sep 1941, *I. M. Johnston 8763* (holotype: GH; isotypes: LL, TEX).

Plants in dense clumps with many culms; culms 24-50 cm tall, 0.3-1 mm wide, erect, obtusely trigonous to compressed-trigonous (about 0.2 mm thick), coarsely ribbed, smooth or almost so. Leaves 3-8, essentially basal; sheaths 2.2-4 cm long, greenish-white to ochraceous, strongly ribbed, old sheath bases ochraceous to brown, sometimes becoming fibrous, the ventral side and margins scarious, hyaline, colorless or yellowish, easily torn, finely veined, the apex shallowly concave; ligule irregularly truncate to rounded, up to 1.6 mm long, the free portion stramineous, 0.2 mm wide; blades filiform, 6-42 cm long, 0.3-0.8 mm wide, curling, U-folded to V-folded, margins strongly antrorsely scabrous, especially proximally, the apex becoming triquetrous. Inflorescence terminal, reduced, the spikelets nearly sessile in a single fascicle (ultimately solitary but the peduncles very reduced, mostly 0.3-1 mm long), often other spikelets peduncled, forming 2-3 subcontiguous fascicles, the peduncle ascending, compressed-trigonous to more or less terete, smooth or slightly antrorsely scabrous distally; the complete inflorescence 0.8-3 cm long, 1-2 cm wide, with 1-3 involucral bracts, the primary exceeding the inflorescence, setaceous, 2.7-16 cm long. Spikelets 3-9 per inflorescence, ovate-ellipsoid, 6-10.5 mm long, 2-3 mm wide, acute to acuminate at base and apex; scales somewhat spreading, loosely spirally arranged, with 0-1 sterile scales at the base of the spikelet (excluding the prophyll) and 14-25 fertile scales; fertile scales 2.8-5 mm long, 1.2-2.6 mm wide, ovate to oblong, acute to acuminate, often with the midvein prolonged as a short mucro, withish to stramineous translucent with a pale green to stramineous 3-nerved

mid-zone, the margins scarious, hyaline. Achene 1.6-2.1 mm long, 1.1-1.5 mm wide, dark brown, ellipsoid to broadly obovoid, flattened-trigonous to more or less plano-convex, the adaxial face slightly concave, more or less cuneate to a sessile base, rounded to the short apiculate apex (the style base persistent as an apiculus 0.1-0.2 mm long, or up to 0.4 mm long but easily broken), finely papillose; style branches stramineous to pale reddish, feathery with elongate papillae. Anthers 1.7-2.8 mm long, apiculate.

Endemic to northeastern Mexico, it is known only from the southern part of the Sierra de La Fragua, in Coahuila, and from central-east Nuevo León. It is one of the few sedges adapted to desert habitats in Mexico (Reznicek, 2005).

The plant from Nuevo León differs from the description of the type of *C. coahuilensis* as follows: slender culms, 0.3-0.4 mm wide (vs. 0.6-1 mm wide); basal sheats lighter colored, old sheath bases greenish white to ochraceous, not persistent (vs. dark brown, persistent); 3-4 spikelets (a fascicle of 2-3 nearly sessile spikelets and a solitary spikelet on a peduncle 8-15 mm long) (vs. spikelets 3-9 per inflorescence); longer fertile scales: 3.6-5 mm long, 1.2-1.8 mm wide (vs. 2.8-4 mm long, 1.6-2.6 mm wide); longer achenes: 2-2.1 mm long, 1.1-1.2 mm wide (vs. 1.6-2 mm long, 1.1.-1.5 mm wide) which are narrowly ellipsoid to narrowly obovoid (vs. obovoid to widely obovoid); apiculate achenes, the beak up to 0.4 mm long, or broken but still evident (vs. unbeaked achenes); and longer anthers: 2-2.8 mm long (vs. 1.7-2.2 mm long). The slender culms and leaves and the reduced inflorescence could indicate that this is a depauperate plant. Other features, such as the longer scales, achenes, and anthers, and the apiculate achenes represent differences perhaps worth of taxonomic recognition. However, two collections is a very limited sample, especially of a plant of extreme environments and further collections are necessary.

Specimens mapped (Fig. 4): COAHUILA, western Coahuila, high limestone ridge with forest of *Pinus pinceana*, SW end of the Sierra de la Fragua, 1-2 km N of Puerto Colorado; abundant, coarse tufts 1-3 ft tall, on rocky slopes with scrub oaks and *Pinus pinceana*, 2 Sep 1941, *I. M. Johnston 8763* (Type: GH, LL, TEX); NUEVO LEÓN, Cañón Los Aires, Cañón de Santa Catarina, en las paredes abruptas, 700-800 m, May 1943, *Hno. E. Lyonnet 3933* (MEXU).

Cypringlea evadens (C. D. Adams) Reznicek & S. González, comb. et stat. nov. Basionym: *Scirpus analecta* var. *evadens* C. D. Adams, Ann. Missouri Bot. Gard. 78: 254. 1991. Type: Mexico. Chiapas, Mpio. Venustiano Carranza, steep slope with *Quercus* and *Pinus,* 3 mi. S of Aguacatenango along road to Pinola Las Rosas, 5600 ft., 25 June 1965, *D. E. Breedlove 10570* (holotype, F; isotypes, DS, MICH).

Plants in small, loose clumps with 1-4 culms; culms 25-75 cm tall, 0.6-1.9 mm wide, erect to spreading, triquetrous, coarsely ribbed, the angles antrorsely scabrous distally, smooth proximally. Leaves 6-8, essentially basal; sheaths 5.5-9 cm long, greenish-white to stramineous, strongly ribbed, old sheath bases brownish, sometimes becoming slightly fibrous, the inner band whitish-hyaline to brown, membranous, finely veined, the apex shallowly concave to truncate or even prolonged into a short contra-ligule; ligule irregularly truncate to rounded, up to 1.8 mm long, the free portion brownish, 0.2 mm wide; blades linear, 8-65 cm long, 2-5(-5.8) mm wide, the widest 2.8-5(-5.8) mm, more or less flat to somewhat V-folded, margins and keel of midvein antrorsely scabrous, especially distally, the apex becoming triquetrous. Inflorescence terminal, umbellate, (2.6-)4-14.5 cm long, 1.5-6 cm wide, with 3-6 primary involucral bracts, the lowermost 1-2 leaf-like and more or less equaling to slightly exceeding the inflorescence, the uppermost setaceous, lowest involucral bract 3-20 cm long, 0.7-1.5 times as long as the inflorescence; primary rays 4-10 ascending to curving, flexuous, compressed-trigonous to more or less terete, smooth or slightly antrorsely scabrous distally, the longest 3-9 cm, second, and rarely third order branching present, with the spikelets ultimately solitary and long peduncled or in fascicles of 2-4 with typically two more or less sessile and the remainder peduncled; peduncles up to 24 mm long. Spikelets 6-60 per inflorescence, 20-80% peduncled, narrowly ellipsoid to lanceoloid, 5-10.5 mm long, 2-3 mm wide, cuneate at base, acuminate at apex; scales somewhat spreading, loosely spirally arranged, with 2-4 sterile scales at the base of the spikelet (excluding the prophyll) and 8-24 fertile scales; fertile scales 1.7-2.8 mm long, 1-1.4 mm wide, ovate, acute to obtuse, often with the midvein prolonged as a short mucro, reddish brown with a green to brown, 3-nerved mid-zone. Achene 1.3-1.9 mm long, 0.8-1.1 mm wide, dark brown, obovate to elliptic-obovate, flattened-trigonous to more or less plano-convex or even slightly concavo-convex, more or less cuneate to a sessile base, rounded to the apex, finely papillose; style branches reddish, feathery with elongate papillae. Anthers 0.6-1.5 mm long, apiculate.

Known from Guerrero, Puebla, Oaxaca, and Chiapas, from ravines and slopes with mesophytic forest, pine-oak forest or open woods. It is separated from *C. analecta* by the transvolcanic belt, with no collections from northern Hidalgo to the Puebla-Oaxaca border. Alt. 1750-1850 m.

Specimens mapped (Fig. 4): Chiapas, Mpio. Venustiano Carranza, 3 mi. S of Aguacatenango along road to Pinola Las Rosas, 5600 ft., 22 July 1965, *D. E. Breedlove 11204* (DS, MICH); Mpio. Jitotol, 6 mi. N of Jitotol, ca 92°40' W, 17°30' N. 5100 ft., Sep 1971, *R. F. Thorne & E. W. Lathrop 41357* (DS); Guerrero, rd from

Milpillas to Atoyac de Alvarez, 9 mi WSW of Xochipala, 5400 ft., 30 June 1982, *W. W. Thomas 2830 with J. Rawlins & O. Sholes* (MICH); Oaxaca, 97 km by road S of Teotitlan on road to Oaxaca, 1850 m, 10 Oct 1983, *W. R. Anderson 12997* (MICH); Puebla, Cerro de Paxtle, in the vicinity of San Luis Tultitlanapa, July 1907, *C. A. Purpus 2889* (GH, MO, US).

ACKNOWLEDGEMENTS

Thanks are given to Mark Strong by comments, to Susan Reznicek for help with the images, to Jorge Tena for the map, and to Tom Wendt for sending images and data on the type of *C. coahuilensis*. The curators of ANSM, CIIDIR, ENCB, IEB, GH, LL, MEXU, MICH, and TEX provided facilities to revise material. Socorro González acknowledges support for research of the COFAA and EDI, Instituto Politécnico Nacional.

LITERATURE CITED

Adams, C. D. 1991. New combinations and a new variety in the Cyperaceae of Mesoamerica. Ann. Missouri Bot. Gard. 78(1): 254.

Adams, C. D. 1994. Cyperaceae, *Isolepis, Oxycaryum, Scirpus, Bolboschoenus, Schoenoplectus*. Flora Mesoamericana 6: 447-449.

Beetle, A. A. 1947. *Scirpus*. North Amer. Fl. 18: 481-504.

Bruhl, J. 1995. Sedge genera of the world: relationships and a new classification of the Cyperaceae. Austral. Syst. Bot. 8: 125-305.

Espejo Serna, A. & A. L. López-Ferrari. 1997. Las monocotiledóneas mexicanas, una sinopsis florística, parte V. Cyperaceae. Consejo Nacional de la Flora de México, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 98 pp.

Goetghebeur, P. 1998. Cyperaceae. In: Kubitzki, K. (eds.). The families and genera of vascular plants. Vol. 4. Springer-Verlag. Berlin. pp. 141-190.

Reznicek, A. A. 2005. Northern Mexican Cyperaceae, some biogeographical and conservation problems. Resúmenes. Simposio internacional El Conocimiento Botánico en la Gestión Ambiental y el Manejo de Ecosistemas. CIIDIR-IPN Durango y Sociedad Botánica de México. Durango, Dgo. pp. 25-26.

Strong, M. T. 2003. *Cypringlea*, a new genus of Cyperaceae from Mexico. Novon 13: 123-132.

Recibido en enero de 2007.

Aceptado en noviembre de 2007.



Acta Botanica Mexicana 83: 25-32 (2008)

NOTA SOBRE *PORTULACA CALIFORNICA* LEGRAND (PORTULACACEAE), UNA ESPECIE ENDÉMICA POCO CONOCIDA DE BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO*

Gilberto Ocampo[1, 2] y J. Travis Columbus[2]

[1]Instituto de Ecología, A.C., Centro Regional del Bajío, Apdo. postal 386, 61600 Pátzcuaro, Michoacán, México.
[2]Rancho Santa Ana Botanic Garden, 1500 North College Avenue, Claremont, California, 91711 E.U.A. gilberto.ocampo@cgu.edu

RESUMEN

Portulaca californica Legrand es una de las cinco especies del género que se conocen de la península de Baja California y a pesar de que se trata de un taxon endémico al estado de Baja California Sur, se sabe poco él. Este trabajo aporta datos acerca de la especie, resultado del trabajo de campo y de la revisión de ejemplares de herbario. Se trata de plantas perennes, postradas a decumbentes, que se distinguen por tener hojas imbricadas especialmente en plantas jóvenes y en los ápices florales de individuos maduros, así como por sus flores de color magenta, cápsula con opérculo campanulado y semillas de color gris brillante. La especie se distribuye en la proximidad de la franja costera en ambos lados de la porción meridional de la península, donde la creciente expansión del desarrollo turístico representa un peligro para su subsistencia.

Palabras clave: Baja California Sur, México, *Portulaca*, Portulacaceae.

ABSTRACT

Portulaca californica is one of five species in the genus distributed on the Baja California peninsula and is endemic to the state of Baja California Sur. Little is known about its distribution and biology. We studied the species in the field and herbarium to improve

* Trabajo realizado con el apoyo financiero de Rancho Santa Ana Botanic Garden, de la Fundación Prywer, del University Club of Claremont, del Instituto de Ecología, A.C. y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

upon the limited knowledge. It is a perennial plant with stems prostrate to decumbent, leaves imbricate in young individuals and at branch tips in mature plants, flowers magenta, the lid of the capsule campanulate, and seeds shiny grey. The species is distributed along both coasts of the southern part of the peninsula, where accelerated development for tourism is a threat to the survival of the species.

Key words: Baja California Sur, México, *Portulaca*, Portulacaceae.

Portulaca californica Legrand (Portulacaceae) es una de las especies del género que junto con *P. halimoides* L., *P. oleracea* L., *P. suffrutescens* Engelm. y *P. umbraticola* Kunth subsp. *lanceolata* (Engelm.) J. F. Matthews & Ketron, se distribuyen en la península de Baja California. A pesar de que se trata de un taxon relativamente bien distribuido en la parte meridional de la península, éste no se incluye en los trabajos más importantes sobre la flora de la región (e.g., Shreve y Wiggins, 1964; Wiggins, 1980), ni en un estudio reciente sobre los endemismos bajacalifornianos (Riemann y Ezcurra, 2007); únicamente Legrand (1952, 1962) y el Programa de Manejo del Área de Protección de la Flora y Fauna de las Islas del Golfo de California (Anónimo, 2000) registran esta especie como elemento de la flora peninsular. No obstante que este último trabajo versa sobre la parte insular de Baja California, no hace mención específica de la distribución de la especie en el sistema de islas.

La presente contribución muestra datos acerca del taxon, incluyendo su distribución, obtenidos a partir de trabajo de campo y de la revisión de las colecciones MEXU, MVM, RSA-POM y SD. Los ejemplares del herbario regional HCIB no estuvieron disponibles, pero la información de las etiquetas de colecta fue amablemente proporcionada por su curador.

Portulaca californica se encuentra distribuida en ambas costas de la porción meridional de la Península (Fig. 1), siendo la zona de la Laguna San Ignacio el punto más septentrional de su área conocida. Hasta el momento *P. californica* sólo se ha registrado de las islas de Las Ánimas, San Ildefonso y San José, pero es probable que se encuentre mejor distribuida a través del sistema insular del Golfo de California. Esta circunstancia podría sugerir la posible presencia del taxon en las costas de Sinaloa y/o Sonora, pero hasta la fecha la revisión de especímenes, así como la información proporcionada por los herbarios UAS y USON, no lo han confirmado.

Las plantas de esta especie son perennes, con raíces un tanto suberosas, de las cuales brotan tallos postrados o decumbentes, de (5)10 a 40 cm de largo. Las hojas son alternas, suculentas, dispuestas en internodos por lo general muy cortos, produ-

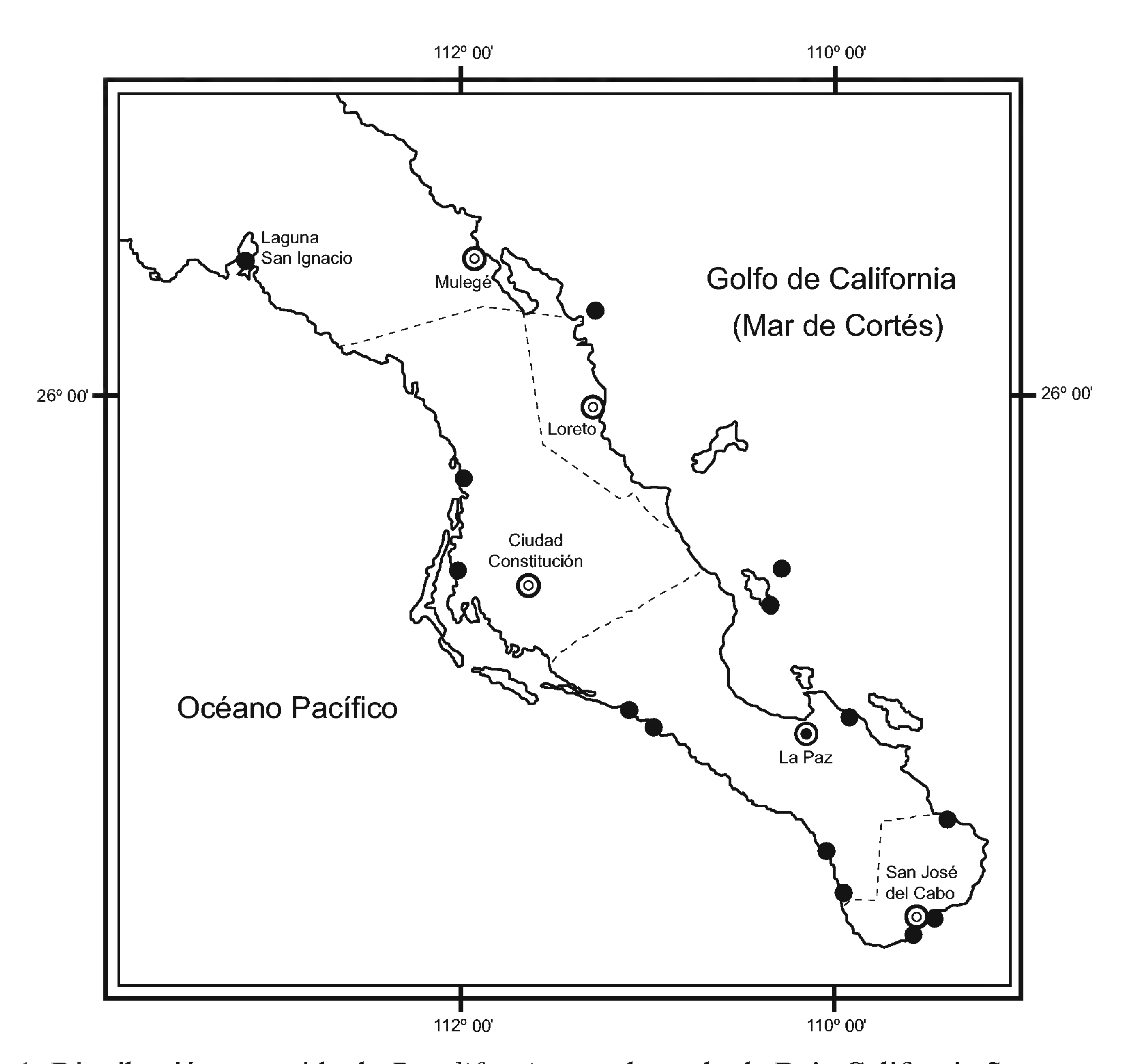


Fig. 1. Distribución conocida de *P. californica* en el estado de Baja California Sur.

ciendo así un patrón imbricado, sobre todo en plantas en desarrollo y en los ápices florales (Fig. 2A), con escasos pelos axilares; la lámina tiene forma oblongo-elíptica a oblongo-espatulada, con el ápice obtuso. La flor es de color magenta (Fig. 2B), de alrededor de 5 mm de diámetro, con 4 a 9 estambres. La cápsula mide ca. 2.5 mm de largo y cuenta con un opérculo de forma campanulada; contiene numerosas semillas reniformes, de color gris brillante, de aprox. 0.5 mm de largo, con la superficie de la testa cubierta de tubérculos cortos, casi planos, estelulados en su base (Fig. 2C). Los ejemplares se han observado en floración de septiembre a noviembre y en fruto de septiembre a mayo. Es común encontrar especímenes de la especie identificados como *P. suffrutescens*, la cual se diferencia de *P. californica* por tener tallos erectos, hojas lineales, flores de color amarillo con más de 15 estambres y por tener el opérculo de la cápsula de forma semiesférica.



Fig. 2. *Portulaca californica*. A. aspecto general de la planta; B. flor y cápsulas inmaduras cubiertas por el cáliz; C. imagen de una semilla vista a través del microscopio electrónico de barrido (*G. Ocampo y J. T. Columbus 1529*).

El taxon se encuentra principalmente cerca de dunas costeras estables o en suelos arenosos adyacentes a las costas con vegetación de matorral sarcocaule, preferentemente a sotavento, pero también en lugares expuestos directamente a la brisa del mar. En general, la especie se halla en terrenos abiertos, planos o ligeramente inclinados. Entre las especies con las que *P. californica* se encuentra asociada frecuentemente tenemos a *Boerhavia* sp., *Euphorbia* spp., *Jouvea pilosa* (J. Presl) Scribn., *Pectis* sp., *Trianthema portulacastrum* L.

Debido a que la planta está distribuida en un amplio sector de la mitad sur de la península (ver Apéndice) aunado al hecho de que en los lugares en los que se encuentra puede ser abundante localmente, por el momento no se le considera dentro de alguna categoría de riesgo. No obstante, debido al ritmo acelerado de crecimiento y urbanización que experimenta la región, las poblaciones de *P. californica* se en-

cuentran potencialmente amenazadas por la destrucción de los habitats costeros con fines de desarrollo turístico.

Los análisis filogenéticos preliminares del marcador molecular de núcleo ITS (Ocampo y Columbus, inédito), muestran a *P. californica* como miembro de un clado compuesto por especies norteamericanas, teniendo a *P. suffrutescens* como especie hermana. Esta última se distribuye en el norte de México (incluyendo Baja California Sur) y sur de E.U.A., en altitudes mayores a (200) 600 m, por lo que hasta este momento, y en espera de observar la filogenia que resulte del análisis de otros marcadores moleculares, se especula que después de haberse introducido a la península, alguna de sus poblaciones se diferenció y dio lugar a *P. californica*, la cual se estableció en ambientes costeros.

Clave para las especies de *Portulaca* de la península de Baja California.

Clave para ejemplares con flor

1 Pétalos de color magenta .... *P. californica* Legrand

1 Pétalos de color amarillo.

  2 Pelos de las axilas foliares ausentes o de hasta 1 mm de largo; hojas aplanadas, lanceoladas a oblanceoladas u obovadas a espatuladas, generalmente de más de 4 mm de ancho.

    3 Plantas por lo general erectas; hojas lanceoladas a oblanceoladas u obovadas, ápice generalmente agudo, en ocasiones redondeado; ápice de los pétalos a menudo rojizo ....
    P. umbraticola Kunth subsp. *lanceolata* (Engelm.) J. F. Matthews & Ketron

    3 Plantas por lo general postradas; hojas obovadas a espatuladas, ápice obtuso a redondeado; pétalos completamente amarillos .... *P. oleracea* L.

  2 Pelos de las axilas foliares presentes, de más de 3 mm de largo; hojas rollizas, lineales a oblongas, generalmente de hasta 2 mm de ancho.

    4 Plantas perennes con raíces carnosas, fasciculadas; tallos de más de 10 cm de largo, erectos .... *P. suffrutescens* Engelm.

    4 Plantas anuales; tallos de hasta 8 cm de largo (en muy raras ocasiones más largos), postrados a decumbentes .... *P. halimoides* L.

Clave para ejemplares con fruto

1 Pelos de las axilas foliares ausentes o de hasta 1 mm de largo; hojas aplanadas, lanceoladas a oblanceoladas u obovadas a espatuladas, generalmente de más de 4 mm de ancho.

2 Plantas por lo general postradas; opérculo de la cápsula campanulado, cubierto por un cáliz persistente; semillas de color negro .... *P. oleracea* L.

2 Plantas por lo general erectas; opérculo de la cápsula deprimido hasta casi plano, no cubierto por un cáliz persistente; línea de dehiscencia con un ala membranosa; semillas de color gris .... *P. umbraticola* Kunth subsp. *lanceolata* (Engelm.) J. F. Matthews & Ketron

1 Pelos de las axilas foliares presentes, de más de 3 mm de largo; hojas lineales a oblongas u oblongo-elípticas, de hasta 3 mm de ancho.

3 Plantas anuales; tallos de hasta 8 cm de largo (en muy raras ocasiones más largos) .... *P. halimoides* L.

3 Plantas perennes; tallos un tanto suberosos en su base, de más de 10 cm de largo.

4 Raíces carnosas, fasciculadas; tallos erectos; hojas lineales; opérculo de la cápsula hemisférico .... *P. suffrutescens* Engelm.

4 Raíces pivotantes; tallos postrados a decumbentes; hojas oblongo-elípticas; opérculo de la cápsula campanulado .... *P. californica* Legrand

AGRADECIMIENTOS

Deseamos agradecer a Adrián Beltrán (UAS), José Luis León de la Luz (HCIB), Rosalinda Medina-Lemos (MEXU) y Jesús Sánchez-Escalante (USON) por su ayuda en la obtención de información de material de herbario, así como a Héctor Osorio (MVM), Jon Rebman (SD) y Sula Vanderplank (RSA-POM) por las facilidades otorgadas para revisar las colecciones que están a su cargo. Asimismo se agradece a Patricia Mayoral por la revisión del presente trabajo.

LITERATURA CITADA

Anónimo. 2000. Programa de manejo del área de protección de la flora y fauna de las islas del Golfo de California. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México, D.F. 262 pp.

Legrand, D. 1952. Algunas especies nuevas de *Portulaca*. Comun. Bot. Mus. Hist. Nat. Montevideo 2(22): 2.

Legrand, D. 1962. Las especies americanas de *Portulaca*. An. Mus. Hist. Nat. Montevideo, 2a. ser. 7(3): 1-147.

Riemann, H. y E. Ezcurra. 2007. Endemic regions of the vascular flora of the peninsula of Baja California, Mexico. J. Veg. Sci. 18: 327-336.

Shreve, F. e I. L. Wiggins. 1964. Vegetation and flora of the Sonoran Desert. 2 vols. Stanford University Press. Stanford, California. 1740 pp.

Wiggins, I. L. 1980. Flora of Baja California. Stanford University Press. Stanford, California. 1025 pp.

Recibido en agosto de 2007.

Aceptado en enero de 2008.

APÉNDICE

Ejemplares de *Portulaca californica* revisados y/o registrados.

MÉXICO. Baja California Sur: San Ignacio Lagoon, E side, on the trail to the "cardons", municipio de Mulegé, 21.II.1977, *C. Davidson 5476* (RSA-POM!); SE shore of San Ignacio Lagoon, municipio de Mulegé, 26º45' N 113º13' W, 27.III.1974, *R. Moran 21193* (SD!); Isla San Ildefonso, NW corner, municipio de Mulegé, 26.6º N 111.4' W, 21.III.1971, *J. R. Hastings 71-112* (SD!); near S end of Isla San Ildefonso, SW of Mulegé, municipio de Mulegé, 15.IV.1963, *I. L. Wiggins y D. B. Wiggins 18259* (MEXU!); Ildefonso Island, top near S end, municipio de Mulegé, 26º37' N 111º27' W, 2.IV.1962, *R. Moran 9071* (SD!); Ildefonso Island, municipio de Mulegé, 26º37.5' N 111º26.5' W, 14.V.1952, *R. Moran 4138* (MEXU!, RSA-POM!, SD!); Boca de las Ánimas, N end of Magdalena Bay, municipio de Comondú, 25º41' N 112º03' W, 29.IV.1972, *P. J. Mudie 838* (SD!); La Soledad, estero al S del poblado Puerto Adolfo Mateos, en la parte norcentral del estero, al SW del tanque grande de agua, al S de la gasolinería que se encuentra a la entrada del pueblo, municipio de Comondú, 25º11.330' N 112º05.907' W, 27.X.2005, *G. Ocampo y J. T. Columbus 1497* (RSA-POM!); Isla Las Ánimas, E of Isla San José, municipio de La Paz, 12.IV.1962, *I. L. Wiggins 17676* (MEXU!); Las Ánimas Rock, municipio de La Paz, 25º06.5' N 110º31.5' W, 12.IV.1962, *R. Moran 9435* (SD!); Isla San José, SW side, municipio de La Paz, 24º56'28" N 110º37'35" W, 24.IX.1996, *J. Rebman et al. 3593* (HCIB, SD!); aprox. 2 km al NE de Punta Conejo, al W de La Paz, municipio de La Paz, 24º05'03" N 110º00'40" W, 27.X.2005, *G. Ocampo y J. T. Columbus 1499* (RSA-POM!); about 1/4 mi. SW of Guadalupe, municipio de La Paz, 29.IV.1931, *I. L. Wiggins 5547* (holotipo: CAS; isotipos: MVM!, NY, UC); vicinity of Rancho Las Cruces, especially large granite wash just N of main ranch, municipio de La Paz, 24º12'33" N 110º04'46" W, 12.X.2000, *J. Rebman 6993* (HCIB, SD!); in sandy soil along margin of loading strip at Las Cruces, on Gulf coast E of La Paz, municipio de La Paz, 17.XII.1958, *I. L. Wiggins 14390* (MEXU!); N of Todos Santos, beach dunes at Carrizal, municipio de La Paz, 23º34' N 110º21' W, 30.XII.1996, *B. Vinton 35* (HCIB, SD!); al NW del poblado Todos Santos, sobre una brecha que corre paralela al mar, municipio de La Paz, 23º28'21" N 110º15'36" W, 28.X.2005, *G. Ocampo y J. T. Columbus 1506* (RSA-POM!); orilla de pequeña bahía en el Hotel Las Pozas, en el poblado de Todos Santos, municipio de La Paz, 23º26'18" N 110º13'55" W, 1.XI.2005, *G. Ocampo y J. T. Columbus 1529* (RSA-POM!); al S de la playa Los Cerritos, al N de Rancho Nuevo, al S de Todos Santos, sobre la carretera a Cabo San Lucas, municipio de La Paz, 23º17'08" N 110º09'29" W, 29.X.2005, *G. Ocampo y J. T. Columbus 1507* (RSA-POM!); playa al NE de La Ribera, municipio de Los Cabos, 23º35'48" N 109º34'32" W, 29.X.2005, *G. Ocampo y J. T. Columbus 1514* (RSA-POM!); playa Costa Azul, entre los hoteles Crown Plaza y Posada Real, en la zona hotelera de San José del Cabo, municipio de Los Cabos, 23º02'37" N 109º41'52" W, 29.X.2005, *G. Ocampo y J. T. Columbus 1511* (RSA-POM!); San José del Cabo, municipio de Los Cabos, 18.I.1923, *M. E. Jones 24194* (RSA-POM!); puente El Tule II, desembocadura del río El Tule, aprox. 10 km al SW de San José del Cabo, municipio de Los Cabos, 22º57'43" N 109º48'00" W, 29.X.2005, *G. Ocampo y J. T. Columbus 1509* (RSA-POM!).

Acta Botanica Mexicana 83: 33-47 (2008)

BLOOM OF *PERIDINIUM QUINQUECORNE* ABÉ IN LA ENSENADA DE LA PAZ, GULF OF CALIFORNIA (JULY 2003)

Ismael Gárate-Lizárraga[1] and María del Socorro Muñetón-Gómez[1,2]

[1]Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Departamento de Plancton y Ecología Marina, Avenida Instituto Politécnico Nacional s/n, Colonia Playa Palo de Santa Rita, Apdo. postal 592, 23096 La Paz, Baja California Sur, México. igarate@ipn.mx

[2]Centro de Estudios Tecnológicos del Mar núm. 4, Avenida Instituto Politécnico Nacional y Calle Cetmar s/n, 23096 La Paz, Baja California Sur, México.

ABSTRACT

Microalgae blooms are frequent and periodic throughout the year in La Ensenada de La Paz, a lagoon formed by a large sand bar enclosed at the southern end of the Bahía de La Paz in the southwestern Gulf of California. Brown patches of the dinoflagellate *Peridinium quinquecorne* Abé, an armored dinoflagellate that is cosmopolitan in neritic and estuarine waters, were observed in July 2003 near a beach at the mouth of the lagoon. The patches were about 50-100 m long by 10-15 m wide and persisted for two days when water temperature was 26.2 to 27 °C. The blooms occurred after four days of a heavy rain. Abundance of *P. quinquecorne* varied from 3.4 to 6.4 × 10^6 cells l^{-1} and chlorophyll *a* varied from 13.20 to 17.75 mg m^{-3}. Concentrations of nutrients in this area were higher than normal, related to a continuous re-suspension of sediment caused by wave action. The higher nutrient content promoted formation of patches of *P. quinquecorne* in this part of the lagoon.

Key words: Ensenada de La Paz, Gulf of California, Mexico, microalgae bloom, *Peridinium quinquecorne*.

RESUMEN

Los florecimientos de microalgas son frecuentes y periódicos a lo largo de todo el año en La Ensenada de La Paz, una laguna formada por una barra de arena larga que se encuentra al extremo sur de la Bahía de La Paz, ubicada al suroeste del Golfo de California. En julio de 2003 se observaron parches de color café de *Peridinium quinquecorne* Abé en la playa cercana a la boca de esta laguna. *P. quinquecorne* es un dinoflagelado tecado, el cual es cosmopolita en aguas neríticas y estuarinas. Los parches presentaron 50 y 100 m de largo

por 10-15 m de ancho y fueron observados durante dos días cuando la temperatura del agua era de 26.2 a 27 °C. Los parches de *P. quinquecorne* se detectaron cuatro días después de haber llovido. La abundancia de *P. quinquecorne* varió de 3.4 a 6.4 × 10^6 céls l^{-1}, y la clorofila *a* lo hizo entre 13.20 y 17.75 mg m^{-3}. Las concentraciones de nutrientes en esta área fueron más altas que las normales, lo cual puede deberse a la resuspensión de sedimentos causados por acción de la marea. El alto contenido de nutrientes promovió la formación de parches de *P. quinquecorne* en esta porción de la laguna.

Palabras clave: Ensenada de La Paz, florecimiento de microalgas, Golfo de California, México, *Peridinium quinquecorne.*

INTRODUCTION

Microalgae blooms are proliferations of different species of phytoplankton including dinoflagellates, diatoms, raphidophytes, cyanobacteria and ciliates in coastal marine environments. Dinoflagellate blooms are often referred as red tides because of the color imparted by algae suspended in the seawater. Most species of microalgae or phytoplankton are not harmful and serve as energy producers at the base of the food web. Microalgae blooms have increased in the past 15 years in the Gulf of California (Cortés-Altamirano & Licea-Durán, 2004; Gárate-Lizárraga et al., 2006a). Natural events, as well as human activities, have contributed to this increase; however, some of the increased notoriety, could be related to an increase of publications by Mexican researchers (Cortés-Altamirano & Alonso-Rodríguez, 1997; Gárate-Lizárraga et al., 2001; 2004a; 2006a; Alonso-Rodríguez & Ochoa, 2004; Cortés-Altamirano & Licea-Durán, 2004; Band-Schmidt et al., 2005). Along the Pacific coast of Mexico, species with the greatest increase are the ciliate *Myrionecta rubra* (Lohman) Jankowsky and the dinoflagellate *Gymnodinium catenatum* Graham (Gárate-Lizárraga et al., 2006b).

The order Peridiniales includes dinoflagellates having a transverse flagellar furrow normally located within the middle third of the length of cell; the theca is composed of several tens of cellulose plates organized in several series paralleling the transverse furrow. They are free-living, photosynthetic or nonphotosynthetic dinoflagellates occurring in marine, brackish, and freshwater environments (Fensome et al., 1993). Blooms of species in this order, such as *Ceratium balechii* Meave, Okolodkov & Zamudio, *Ceratium furca* (Ehrenberg) Claparade & Lachman, *Gonyaulax polygramma* Stein, *Peridinium quinquecorne* Abé, *Heterocapsa triquetra* (Ehrenberg) Stein, and *Scrippsiella trochoidea* (Stein) Loeblich, (Cortés-Altamirano

& Alonso-Rodríguez, 1997; Gómez-Aguirre, 1998; Gárate-Lizárraga et al., 2001; 2006a; Peña-Manjarrez et al., 2005) were reported from the coasts of Mexico. *Peridinium* Ehrenberg is a large genus of small-to-medium-sized dinoflagellates. Some, but not all, are photosynthetic. The latter are brown because of their accessory photosynthetic pigments and occur in freshwater and marine habitats worldwide. At least a few photosynthetic species can form significant blooms, some of them associated with obnoxious odors, and fish kills. There are few reports of blooms of *P. quinquecorne* along the Pacific coast of Mexico (Cortés-Altamirano, 2002; Gárate-Lizárraga et al., 2006a).

Bahía de La Paz is an area where blooms have been frequently sighted since 1984. More than forty blooms and twenty-five bloom-forming taxa have been recorded in this bay, including La Ensenada de La Paz (Gárate-Lizárraga et al., 2006a). The bloom-forming species belong to different phytoplankton groups: dinoflagellates, diatoms, raphidophytes, planktonic cyanobacteria, and the ciliate *Myrionecta rubra*. This study describes the conditions in which *P. quinquecorne* proliferated at the mouth of a lagoon in the southwestern part of the Gulf of California.

MATERIAL AND METHODS

On 23-24 July 2003, brown patches appeared in the mouth of the Ensenada de La Paz (24°06' - 24°11' N, 110°19' - 110°26' W), a lagoon formed by the very large sand spit at the southern end of the Bahía de La Paz (Fig. 1). The inlet is 1.2 km wide, 4 km long and 7 m deep. At mean sea level, the surface area of the lagoon is approximately 45 km^2. The lagoon is shallower than the inlet; with depths from 2 to 6 m. The tide regimen is a mixed semidiurnal type (Obeso-Niebla et al., 1993).

Sea surface temperature was measured with a bucket thermometer (Kahlsico International Corp., El Cajon, CA, USA). Water samples were collected in plastic bottles to determine nutrient concentrations (NH_4, NO_3, PO_4, and SiO_4), pigments, and identification and abundance of species of phytoplankton. Samples of phytoplankton from the bloom areas were fixed and preserved with Lugol's solution for identification and cell counts. We estimated abundance of phytoplankton at the same time as we identified the microorganisms. Cell counts were made in 5-ml settling chambers under an inverted phase contrast microscope (Hasle, 1978). Photographic documentation of the main representative dinoflagellate species was made with a digital camera (Cool SNAP-Pro Media Cybernetics, Silver Spring, MD, USA) and imaging software (Image-Pro Plus 4.1, Media Cybernetics).

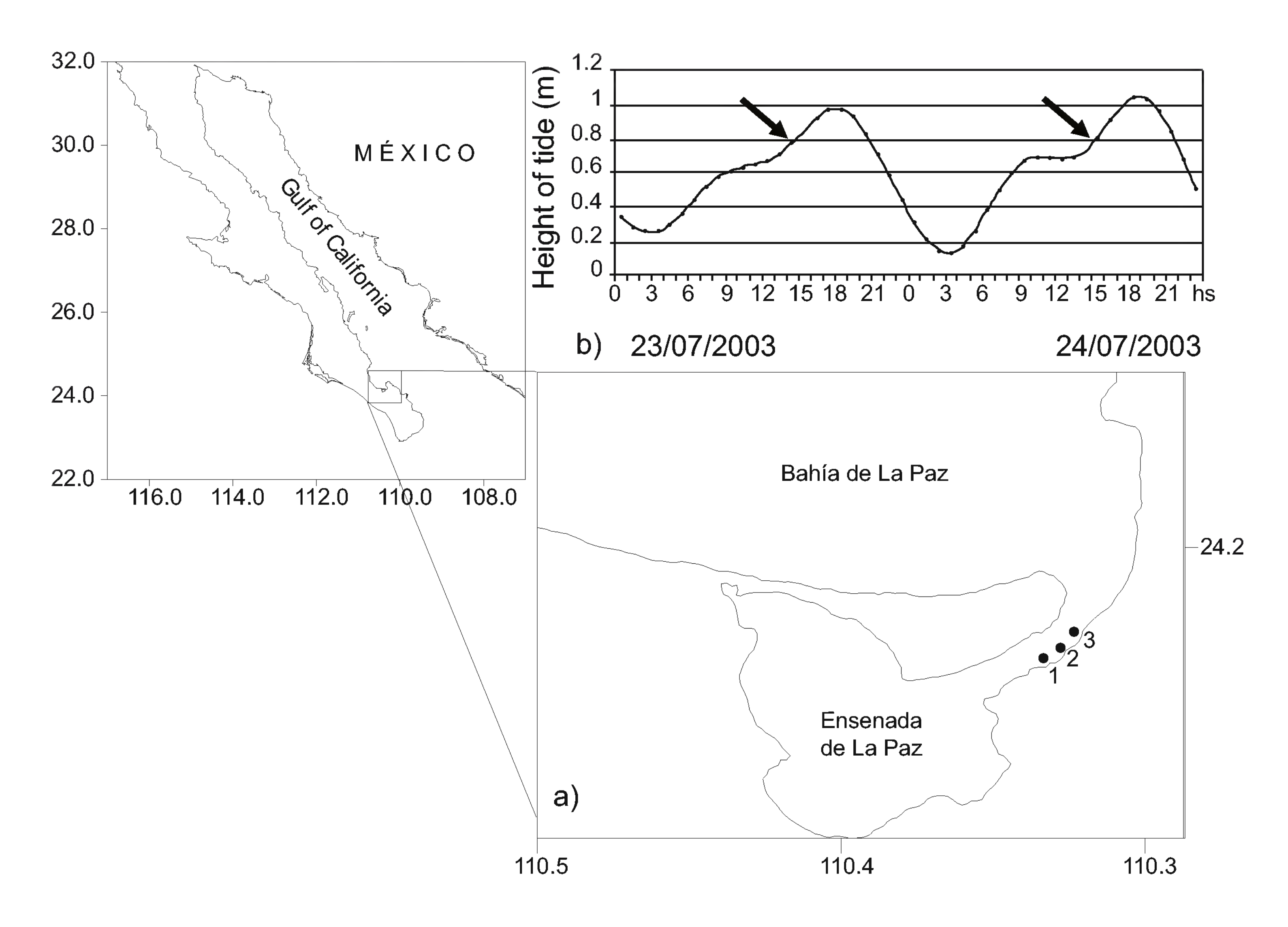


Fig. 1. a) Location of blooms dominated by *Peridinium quinquecorne*; b) tidal variations on 23 and 24 July 2003. Arrows indicate the time of sampling.

To quantify phytoplankton biomass 250-ml seawater was passed through Whatman GF/F filters and the filters were frozen at -20 °C until further analysis. Filters were thawed and extracted in 10 ml of 90% acetone overnight at 4 °C in the dark. Chlorophyll *a* concentrations were calculated from spectrophotometric absorbance measurements using the equations of Jeffrey & Humprey (1975). Nutrients were measured according to Strickland & Parson (1972). Tidal records were obtained from a meteorological station located 200 m from the southwestern shore of the Ensenada de La Paz.

RESULTS

Brownish patches (~50-100 m long, 10-15 m wide) were directly observed for two days in the mouth of the lagoon during rising tides (Fig. 1b). Surface water

temperature in the bloom ranged from 26.2 to 27.0 °C. The patches were observed for two days after four days of rain. Concentrations of nutrients (in µM) were higher during the first day and varied as follows: ammonium (1.01 to 3.56), nitrites (0.26 to 1.86), nitrates (0.31 to 3.59), orthophosphates (0.65 to 1.42), and silicates (2.13-10.21) (Figs. 2a, 2b).

The phytoplankton samples were mainly dominated by *P. quinquecorne* (>99% of the total phytoplankton abundance). A total of 26 microalgae species were identified. Dinoflagellates were by far the most important group in abundance (9 species), but diatoms were more diverse (17 species) (Table 1). The density of phytoplankton at the sampling stations was similar on both days, varying from 3.823 to 6.208 × 10^6 cells l^{-1} on day 1 and 3.408 to 6.429 × 10^6 cells l^{-1} on day 2 (Fig. 2c; Table 1). Of this biomass, *P. quinquecorne* ranged from 3.8 to 6.2 × 10^6 cells l^{-1} on day 1 and 3.4 to 6.4 × 10^6 cells l^{-1}. Phytoplankton chlorophyll *a* varied from 15.84 to 16.91 mg m^{-3} on day 1 and 13.20 to 17.75 mg m^{-3} on day 2 (Fig. 2c). *Peridinium quinquecorne* cells varied greatly in size. Cells were 20 to 32 µm long (25 to 36 µm with spines) and 16 to 18 µm wide. *P. quinquecorne* cells have a pointed apex, and a number of projections from the hypocone (Fig. 3a, b, c, d). The girdle is comparatively wide and located at the middle of the cells. Chromatophores are numerous, ovoidal and brownish green. The pulsing vacuole that connects to the flagellar pore of the transversal flagellum is reddish and looks like an eyespot. Among diatoms, *Odontella aurita* (Lyngbye) Brebison and *Nitzschia sigma* (Kützing) Smith were the most abundant species. Blooms of *Nitzschia sigma* (2.8 to 3.4 × 10^6 cells l^{-1}) occurred in September 1999 in shrimp ponds bordering Bahia de La Paz (unpublished data).

DISCUSSION

Peridinium quinquecorne is an armored dinoflagellate, characterized by four prominent antapical spines and a more-or-less angular shape (Abé, 1981). Balech (1974) transferred the species to the genus *Protoperidinium*, making the new combination *Protoperidinium quinquecorne* (Abé) Balech. Since this organism has 3 apical plates, 2 anterior intercalary plates, 7 precingular plates, 5 cingular plates, 5 postcingular plates, and 2 anteapical plates, we agree with Fukuyo et al. (1990) that it is not appropriate to place this species in the genus *Protoperidinium*, because this genus is characterized by possessing four cingular plates, including a transitional plate (Horiguchi & Pienaar, 1991). However, taxonomically its generic position is

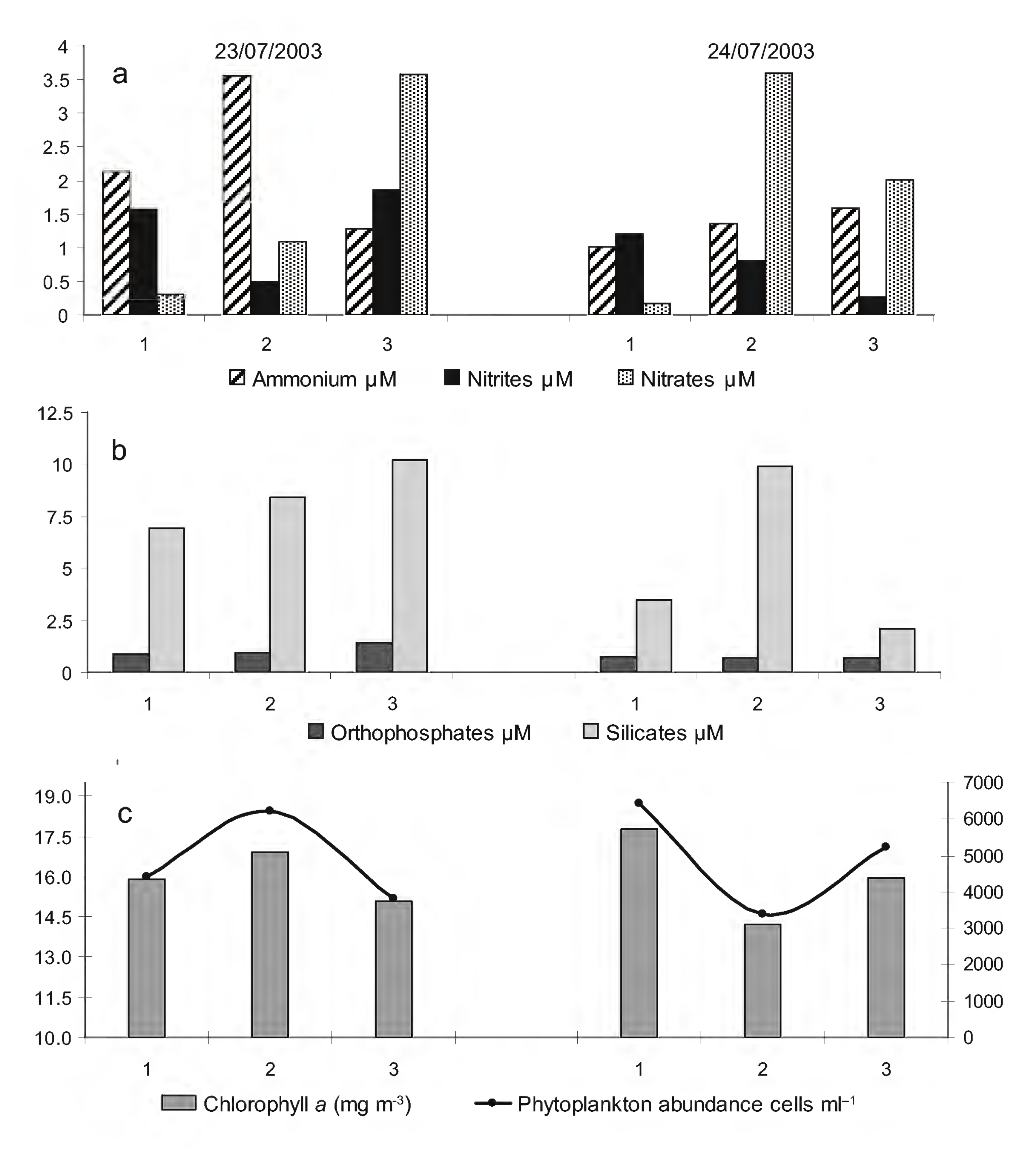


Fig. 2. Variations in variables at three sampling sites on two consecutive days. a. Ammonium, nitrites, nitrates; b. orthophosphates, and silicates are in µM; c. chlorophyll *a* is in mg m^{-3} and total phytoplankton abundance is in cells ml^{-1}.

still controversial, with the further possibility that this species may belong to the genus *Pentapharsodinium* (Steidinger & Tangen, 1997). *Peridinium quinquecorne* has a wide geographical distribution, ocurring along the coasts of Belize, Brazil,

Table 1. Abundance (in cells l^{-1}) of microalgae species recorded in La Ensenada de La Paz, Gulf of California during the two-day bloom in July 2003 in three sampling stations.

Phytoplankton composition	(23/07/03)			(24/07/03)		
	1	2	3	1	2	3
DIATOMS						
Achnanthes brevipes var. *intermedia* (Kützing) Cleve					1000	1600
Amphora spp.	200	400	1400	800	1200	2800
Azpeitia nodulifera (A. Schmidt) Fryxell & Sims			1200			800
Biddulphia tuomeyi (Bailey) Roper	200	200				
Cerataulus californicus Schmidt				200	200	200
Cocconeis scutellum Ehrenberg	800	800				
Cocconeis spp.	1200	800		1200		
Grammathophora marina (Lyngbye) Kützing			400			600
Lyrella barbara (Heiden) D.G. Mann				200	1000	600
Lyrella clavata (Gregory) D.G. Mann	400	200	2000	4000	200	400
Lyrella lyra (Ehrenberg) Karayeva	1200	2600	800	800	800	800
Mastogloia decipiens Hustedt						400
Nitzschia sigma (Kützing) Smith	18600	600	1400	22200	1200	6400
Odontella aurita (Lyngbye) Agardh	1200	600	8600	200	200	
Pseudo-nitzschia spp.	200	600	1200			2000
Thalassionema nitzschioides (Grunow) Mereschkowsky	1400	1200				
Triceratium favus Ehrenberg	200					
DINOFLAGELLATES						
Actiniscus pentasterias (Ehrenberg) Ehrenberg			200			800
Ceratium balechii Meave, Okolodkov & Zamudio			800			200
Ceratium furca (Ehrenberg) Claparède & J. Lachmann			1200			200
Gambierdiscus toxicus Adachi & Fukuyo	200	200				
Peridinium quinquecorne Abé	4400000	6200000	3800000	6400000	3400000	5200000
Prorocentrum concavum Fukuyo	200	200	1400			
Prorocentrum lima (Ehrenberg) Dodge	1400	200				200
Prorocentrum micans Ehrenberg	200	200	1400		1000	2000
Prorocentrum rhathymum Loeblich III, Sherley & Schmidt	800	200	1200	800	800	800
TOTAL PHYTOPLANKTON ABUNDANCE	4427000	6208000	3821800	6429200	3407800	5218800

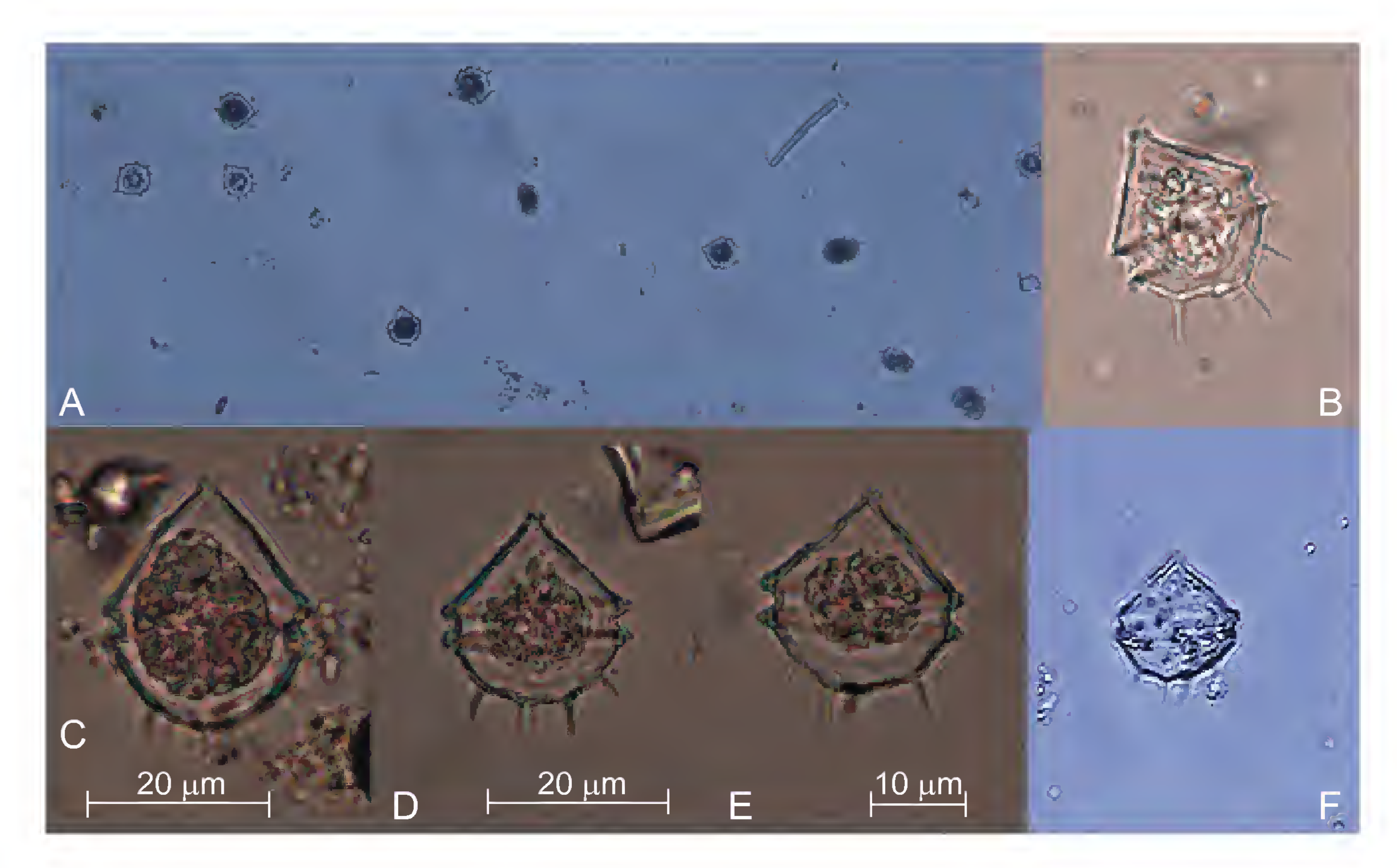


Fig. 3. *Peridinium quinquecorne* cells observed under light microscopy: A. water sample with several specimens; B, C, D, E and F. photographs of individual specimens.

China, India, Malaysia, Mexico, Japan, Russia, South Africa, Spain, Tunisia, and the USA (Abé, 1981; Dodge, 1985; Konovalova et al., 1989; Horiguchi & Pienaar, 1991; Shamsudin et al., 1996; Tomas, 1998: Trigueros & Orive 2000; Turki & El Abed, 2001; Faust et al., 2005; Barón-Campis et al., 2005; Gárate-Lizárraga et al., 2006a; Proença et al., 2006, Okolodkov et al., 2007).

Along the Pacific coast of Mexico, *P. quinquecorne* is distributed from Punta Baja, Baja California (29°59' N, 115° 49' W) to around Puerto Madero, Chiapas (14° 41' N and 92° 25' W) (Okolodkov & Gárate-Lizárraga, 2006; Gárate-Lizárraga et al., 2007a; this study) (Fig. 4). In the Gulf of California, Martínez-López & Gárate-Lizárraga (1994) first reported this species in Bahía Concepción. Recently, this species has been observed in Bahía de Los Angeles on the northwestern coast of the Gulf of California (Gárate-Lizárraga, this study) and in several coastal lagoons of the Sinaloa state in low concentrations (Ibarguen-Zamudio, 2006). Cortés-Altamirano et al. (2006) described *P. quinquecorne* as a recent introduction species in the Gulf of California, but this hypothesis is not well supported because dinoflagellates are a difficult group to identify. According to Alonso-Rodríguez & Ochoa (2004) the first observation of this species was incorrectly identified as *Amylax triacantha*

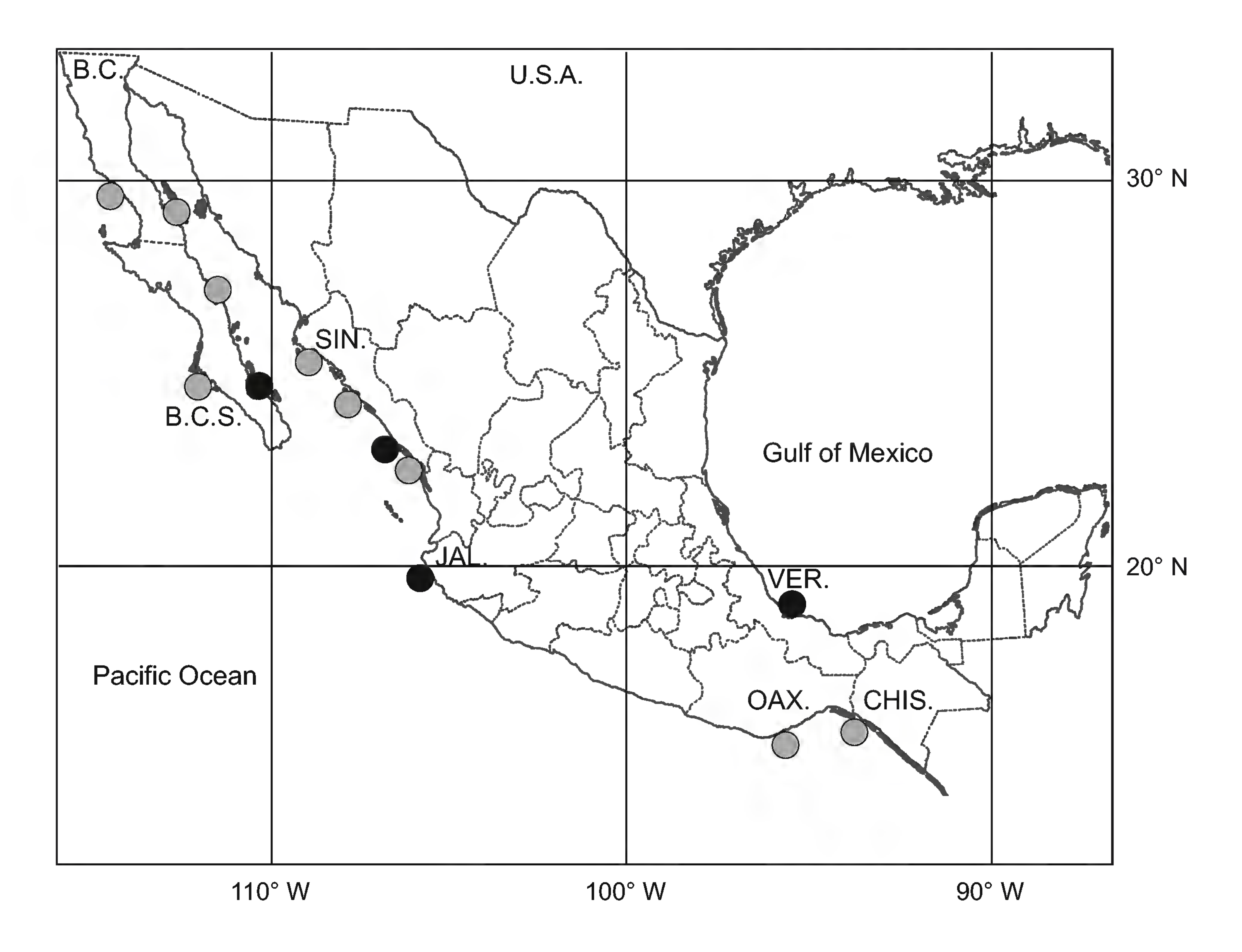


Fig. 4. Reports (gray circles) and blooms (black circles) of *Peridinium quinquecorne* along both coasts of Mexico. Sources: Martínez-López & Gárate-Lizárraga (1994), Cortés-Altamirano & Licea-Durán (2004), Barón-Campis et al. (2005), Anonymous (2005), Gárate-Lizárraga et al. (2006a,b), Okolodkov & Gárate-Lizárraga (2006), Ibarguen-Zamudio (2006), Okolodkov et al. (2007), this study. B.C. = Baja California, B.C.S. = Baja California Sur, CHIS. = Chiapas, JAL= Jalisco, SIN. = Sinaloa, OAX. = Oaxaca and VER. = Veracruz.

(Jørgensen) Sournia. It is possible that the small cells of *P. quinquecorne* (20 to 32 µm) have been present in Mexican waters much earlier, but in low concentrations (Martínez-López & Gárate-Lizárraga, 1994) and not identified correctly or simply ignored.

Concentrations of nutrients were higher than reported for the inlet part of the lagoon in a previous study (Cervantes-Duarte et al., 2001). This may be a consequence of collecting samples near the beach (at 1-3 m deep), where bottom sediments are agitated by wave action. Brownish patches of *P. quinquecorne* were directly observed when tide was rising, suggesting that the bloom observed near the

shore is in part a result of an accumulation processes. Faust et al. (2005) identified *P. quinquecorne* in floating detritus at Douglas Cay and The Lair in Belize also forming red tides too (1.15 x 10^4 cells l^{-1}). Okolodkov et al. (2007) found *P. quinquecorne* in some samples of macrophytes in a reef zone near Veracruz, Mexico. They postulated that this species is part of epiphytic assemblages and could be the organism involved in recurrent red tides observed in 2005 on 24 May, 4 and 12, August, 12 to 14, 18 and 25 October, and in 2006 on 20 June, 25 July to 5 August, and 15 August. Blooms of *P. quinquecorne* in Veracruz always occurred very close to the coastline. We suggest that blooms near the beach indicate that this species prefers nutrient-rich environments. Shamsudin et al. (1996) reported a *P. quinquecorne* bloom in brackish fishponds at Terengganu, Malaysia on the South China Sea, where organic and inorganic nutrients were high during the dry season prior to the wet monsoon. They concluded that this seasonal condition favored proliferation of *P. quinquecorne*. Horstmann (1980) states that *P. quinquecorne* forms blooms in eutrophic and polluted brackish environments, tolerating temperatures up to 30 °C. However, blooms tend to disappear when temperatures drop sharply. It appears to tolerate salinity from 31 to 38 ups. According to the available information we can draw the conclusion that *P. quinquecorne* is a well-adapted species to benthic and planktonic shallow-subtropical embayments.

Gárate-Lizárraga et al. (2006a) reported small, isolated blooms of *P. quinquecorne* in May 2003 (2.1×10^6 cells l^{-1}) and July 2004 (2.97×10^6 cells l^{-1}) in Bahía de La Paz and suggested that these densities are typical occurrences. In contrast, Proença et al. (2006) reported 45×10^6 cells l^{-1} and pigment biomass of 356.2 mg m^{-3} during a bloom of *P. quinquecorne* at Balneário Camboriú, Santa Catarina, Brazil. In our investigation, chlorophyll *a* varied from 15.84 to 16.91 mg m^{-3} on day 1 and 13.20 to 17.75 mg m^{-3} on day 2, which was similar to other events in this area involving diatoms, other dinoflagellates, and ciliates (Gárate-Lizárraga, et al., 2003; 2004a, 2006a). De Madariaga et al. (1989) found that *P. quinquecorne* was responsible for most of the primary production in the Gernika Estuary (Guernica, Urdaibai) during the blooms of the summer 1987.

Cervantes-Duarte et al. (2001) reported seasonal variations in chlorophyll *a* for La Ensenada de La Paz ranging from 1.25 to 2.19 mg m^{-3}. This is an eight-fold increase in phytoplankton biomass during the *P. quinquecorne* bloom here reported Blooms are also responsible for maintaining marine fertility in this lagoon (Gárate-Lizárraga et al., 2004a; López-Cortés et al., 2006). Blooms of other phytoplankton species occur in the Bahía de La Paz, where particular seasonal conditions have been determined to lead to proliferation of some species (Gárate-Lizárraga et al.,

2001, 2006a, 2007b). Cortés-Altamirano (2002) was the first to report a bloom of *P. quinquecorne* in the Bahía de Mazatlán in Sinaloa, at the end of August 1990 (rainy season) however, cells counts were not made. In our study area, the first blooms of *P. quinquecorne* were observed in May 2003, the first week in July 2004 and the two days described in this study. Runoff seems to be a contributing factor to blooms of *P. quinquecorne*, occurring four days after a heavy rain event. De Madariaga et al. (1989) mentioned that the start of a *P. quinquecorne* bloom took place during neap tides after a period of rain that provided the estuary with a considerable amount of nutrients, mainly nitrogen compounds and silicate. This pattern supports the view that *P. quinquecorne* requires particular environmental conditions to develop into a dense bloom.

Blooms in Bahía de La Paz between May and July are very common (Gárate-Lizárraga et al., 2006a; 2007b). López-Cortés et al. (2006) suggested that steady winds from the south re-suspend sediments from the shallow bottoms of the euphotic zone by creating upwelling of nutrient-rich waters. This promotes massive increases of phytoplankton and formation of single species blooms. No harmful effects were observed during the bloom of *P. quinquecorne* we report here. Yan et al. (2002) estimated fish kills and economical losses from a 20-km long bloom caused by *Scrippsiella trochoidea* and *P. quinquecorne* in Daya Bay, Guangdong, China. Additionally, blooms of *P. quinquecorne* can be associated with low dissolved oxygen levels in the water. Low concentrations usually occur in water bodies between 4 and 8 a.m. and can cause fish kills in confined areas because there is no oxygen left for the fish to use (http://research.myfwc.com/features/view_article.asp?id=24273).

Monitoring programs in Bahía de La Paz provide monthly and seasonal data of bloom species, as well as environmental conditions near the bloom sites (Gárate-Lizárraga et al., 2003; 2004b; 2006a; 2007b). This monitoring program has allowed us to identify new blooming species such as *Gyrodinium instriatum,* Freudenthal et Lee *Akashiwo sanguinea* (Hirasaka) G. Hansen & Moestrup Freudenthal & Lee, *Octactis pulchra* Schiller, *Thalassiosira* sp. and the toxic diatom species *Pseudo-nitzschia fraudulenta* (P.T. Cleve) Hasle, *P. pungens* (Grunow ex P.T. Cleve) Hasle, and *P. pseudodelicatissima* (P.T. Cleve) Heiden (Gárate-Lizárraga et al., 2006a; 2007b.) Seasonal variations of toxic species, such as *Gymnodinium catenatum* and the degree of toxicity have already been determined (Gárate-Lizárraga et al., 2004b; 2005) for blooms in this bay. Given the frequent occurrence of blooms, some of which are toxic, monitoring programs must be intensified. Acquiring more data on seasonal variations, duration of blooms, ecological succession of phytoplankton species, will improve our ability to understand the possible impact on human health.

Alternative methods, including satellite images must be improved to detect micro-algae blooms between one sampling and another. Additional areas must be studied, particularly areas where mollusks represent an important commercial fishery.

ACKNOWLEDGEMENTS

The Instituto Politécnico Nacional (projects SIP-200603327; SIP-20071252) financed this study. The first author received a fellowship from the Comisión de Cooperación y Fomento de Actividades Académicas (COFAA) and from Estímulos al Desempeño de los Investigadores (EDI). Thanks to María Clara Ramírez-Jáuregui (Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México), for the literature search. The group of benthic diatoms from Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional confirmed identification of some diatom species. Thanks to Guillermo Gutiérrez de Velasco (Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Unidad La Paz) for tide data. We wish to dedicate this paper to the memory of Samuel Gómez-Aguirre (1937-2006) who made some important contributions to the study of dinoflagellate blooms in Mexico.

LITERATURE CITED

Abé, T. H. 1981. Studies on the family Peridinidae: an unfinished monograph of the armored dinoflagellata. Spec. Pub. Seto Mar. Biol. Lab. 6: 1-409.

Alonso-Rodríguez, R. & J. L. Ochoa. 2004. Hydrology of winter-spring "red-tides" in Bahía de Mazatlán, Sinaloa, Mexico. Harmful Algae 3: 163-171.

Anonymous. 2005. Seventh session of the IOC Intergovernmental Panel on Harmful Algal Blooms. Intergovernmental Oceanographic Commision (of UNESCO). UNESCO Headquarters, Paris, 16-18 March 2005. http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001394/139451e.pdf

Balech, E. 1974. El género *Protoperidinium* Bergh, 1881 (*Peridinium* Ehrenberg, 1831, partim). Rev. Mus. Arg. Cienc. Nat. "B. Rivadavia" Hidrobiol. 4: 1-78.

Band-Schmidt, C., A. Martínez-López & I. Gárate-Lizárraga. 2005. First record of *Chattonella marina* in Bahía de la Paz, Gulf of California. Harmful Algae News. An IOC Newsletter on toxic algae and algal blooms 28: 6-7.

Barón-Campis, S. A., D. U. Hernández-Becerril, N. O. Juárez-Ruíz & C. Ramírez-Camarena. 2005. Marea roja producida por el dinoflagelado *Peridinium quinquecorne* en Veracruz, México (Oct.-Nov. 2002): morfología del agente causal. Hidrobiológica 15: 73-78.

Cervantes-Duarte, R., F. Aguirre-Baena, A. Reyes-Salinas & J. E. Valdez-Holguín. 2001. Caracterización hidrológica de una laguna costera de Baja California Sur, México. Oceánides 16: 1-11.

Cortés-Altamirano, R. 2002. Mareas rojas: biodiversidad de microbios que pintan el mar. In: Cifuentes, J. L. & J. Gaxiola-López (eds.). Atlas de biodiversidad de Sinaloa. Colegio de Sinaloa. Guadalajara, Jalisco. pp. 29-41.

Cortés-Altamirano, R. & R. Alonso-Rodríguez. 1997. Mareas rojas durante 1997 en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa, México. Rev. Cienc. del Mar, UAS 15: 31-37.

Cortés-Altamirano, R. & S. Licea-Durán. 2004. Decoloración de proliferaciones de microalgas como parámetro bioindicador en la Bahía de Mazatlán, México. Rev. Biol. Trop. 52(Suppl. 1): 27-34.

Cortés-Altamirano, R., M. F. Lavín, A. Sierra-Beltrán & M. C. Cortés-Lara. 2006. Hypothesis about transport of invader microalgae from East to the Gulf of California by marine currents. Rev. Cienc. del Mar, UAS 18: 19-26.

de Madariaga, I., E. Orive & G. T. Boalch. 1989. Primary production in the Gernika Estuary during a summer bloom of a dinoflagellate *Peridinium quinquecorne* Abé. Bot. Mar. 32: 159-165.

Dodge, J. D. 1985. Marine dinoflagellates of the British Isles. HM Stat. Office, London. 303 pp.

Faust, M. A., R. W. Litaker, M. W. Vandersea, S. R. Kibler & P. A. Tester. 2005. Dinoflagellate diversity and abundance in two Belizean coral reef-mangrove lagoons: A test of Margalef's Mandala. Atoll Res. Bull. 534: 105-131.

Fensome, R. A., F. J. R. Taylor, G. Norris, W. A. S. Sarjeant, D. I. Wharton & G. L. Williams. 1993. A classification of living and fossil dinoflagellates. Micropaleontology Special Publication Number 7. 351 pp.

Fukuyo, Y., H. Takano, M. Chihara & K. Matsuoka. 1990. Red tide organisms in Japan. An illustrated taxonomic guide. Uchida Rokakuho. Tokyo. 407 pp.

Gárate-Lizárraga, I., M. L. Hernández-Orozco, C. J. Band-Schmidt & G. Serrano-Casillas. 2001. Red tides along the coasts of the Baja California Sur, Mexico (1984 to 2001). Oceánides 16: 127-134.

Gárate-Lizárraga, I., D. A. Siqueiros-Beltrones & V. Maldonado-López. 2003. First record of a *Rhizosolenia debyana* bloom in the Gulf of California, Mexico. Pac. Sci. 57(2): 141-145.

Gárate-Lizárraga, I., D. J. López-Cortés, J. J. Bustillos-Guzmán & F. E. Hernández-Sandoval. 2004a. Blooms of *Cochlodinium polykrikoides* (Gymnodiniaceae) in the Gulf of California, Mexico. Rev. Biol. Trop. 52(Suppl. 1): 51-58.

Gárate-Lizárraga, I., J. J. Bustillos-Guzmán, K. Erler, M. S. Muñetón-Gómez, B. Luckas & A. Tripp-Quezada. 2004b. Paralytic shellfish toxins in the chocolata clam, *Megapitaria squalida* (Bivalvia: Veneridae), in Bahía de La Paz, Gulf of California. Rev. Biol. Trop. 52(Suppl. 1): 133-140.

Gárate-Lizárraga, I., J. J. Bustillos-Guzmán, M. L. Morquecho-Escamilla, C. J. Band-Schmidt, R. Alonso-Rodriguez, K. Erler, B. Luckas, A. Reyes-Salinas & D. T. Góngora-González. 2005. Comparative paralytic shellfish toxin profiles in the strains of *Gymnodinium catenatum* Graham from the Gulf of California, Mexico. Mar. Poll. Bull. 50: 208-236.

Gárate-Lizárraga, I., M. S. Muñetón-Gómez & V. Maldonado-López. 2006a. Florecimiento del dinoflagelado *Gonyaulax polygramma* frente a la Isla Espíritu Santo, Golfo de California (Octubre 2004). Rev. Invest. Mar. 17: 31-39.

Gárate-Lizárraga, I., C. J. Band-Schmidt, D. J. López-Cortés, J. J. Bustillos-Guzmán & M. S. Muñetón-Gómez. 2006b. Harmful algal blooms along the Mexican Pacific coast (1878-2006). VII Reunión Internacional de Planctología, del 30 de Mayo al 3 de Junio del 2006, Morelia, Michoacán (Book of Abstracts).

Gárate-Lizárraga, I., C. J. Band-Schmidt, G. Verdugo-Díaz, M. S. Muñetón-Gómez & E. F. Félix-Pico. 2007a. Dinoflagelados (Dinophyceae) del sistema lagunar Magdalena-Almejas. In: Funes-Rodríguez, R., J. Gómez-Gutiérrez, R. Palomares-García (eds.). Estudios ecológicos en Bahía Magdalena. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-Instituto Politécnico Nacional. La Paz, Baja California Sur, México. pp. 145-174.

Gárate-Lizárraga, I., C. J. Band-Schmidt, J. J. Bustillos-Guzmán & D. J. López-Cortés. 2007b. Bloom of *Pseudo-nitzschia fraudulenta* in Bahía de La Paz, Gulf of California (June-July 2006). Harmful Algae News, an IOC Newsletter on toxic algae and algal blooms. Paris. 32: 6-7.

Gómez-Aguirre, S. 1998. Red tide occurrences recorded in Mexico from 1980 to 1992. An. Inst. Biol. UNAM, Ser. Zool. 69(1): 13-22.

Hasle, G. R. 1978. Using the inverted microscope. In: Sournia, A. (ed.). Phytoplankton manual. UNESCO. Paris. pp. 191-196.

Horiguchi, T. & R. N. Pienaar. 1991. Ultrastructure of a marine dinoflagellate, *Peridinium quinquecorne* Abé (Peridiniales) from South Africa with particular reference to its chrysophyte endosymbiont. Bot. Mar. 34: 123-131.

Horstmann, U. 1980. Observations on the peculiar diurnal migration of a red tide Dinophyceae in tropical shallow waters. J. Phycol. 16: 481-485.

Ibarguen-Zamudio, J. 2006. Composición, variación y abundancia de las comunidades fitoplanctónicas en tres lagunas costeras del estado de Sinaloa, México, periodo 2004-2005. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa. Mazatlán. Sinaloa. 105 pp.

Jeffrey, S. W. & G. F. Humphrey. 1975. New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c_1 and c_2 in higher plants, algae and natural phytoplankton. Biochem. Physiol. Pflanz 167: 191-194.

Konovalova, G. V., T. Y. Orlova & L. A. Pautova. 1989. Atlas of the phytoplankton of the Japan Sea. Nauka, Leningrad, 185 pp.

López-Cortés, D. J., J. J. Bustillos-Guzmán & I. Gárate-Lizárraga. 2006. Unusual mortality of krill in Bahía de La Paz, Gulf of California. Pac. Sci. 60(2): 235-242.

Martínez-López, A. & I. Gárate-Lizárraga. 1994. Quantity and quality of the particulate organic matter in Concepcion Bay during the spawning season of the scallop *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835). Cien. Mar. 20: 301-320.

Obeso-Niebla, M., A. Jiménez-Illescas & S. Troyo-Diéguez. 1993. Modelación hidrodinámica de la marea en la ensenada de La Paz. Invest. Mar. 4: 241-256.

Okolodkov, Y. B. & I. Gárate-Lizárraga. 2006. An annotated checklist of dinoflagellates (Dinophyceae) from the Mexican Pacific. Acta Bot. Mex. 74: 1-154.

Okolodkov, Y. B., G. Campos-Bautista, I. Gárate-Lizárraga, J. A. G. González-González, M. Hoppenrath & V. Arenas. 2007. Seasonal changes of benthic and epiphytic dinoflagellates in the Veracruz reef zone, Gulf of Mexico. Aquat. Microb. Ecol. 47(3): 223-237.

Peña-Manjarrez, J. L., J. Helenes-Escamilla, G. Gaxiola-Castro & E. Orellana-Cepeda. 2005. Dinoflagellate cysts and bloom events at Todos Santos Bay, Baja California, México, 1999-2000. Cont. Shelf Res. 25: 1375-1393.

Proença, L. A., C. Odebrecht, L. L. Mafra-Junior & M. S. Tamanaha. 2006. Floração de *Peridinium quinquecorne* Abé na Enseada de Balneario Camburiú, S.C. Simposio Latino-americano sobre Algas Nocivas, 2006. Book of Abstracts. Itajai, Santa Catarina, Brasil. 244 pp.

Shamsudin, L., A. Awang, A. Ambak & S. Ibrahim. 1996. Dinoflagellate bloom in tropical fish ponds of coastal waters of the South China Sea. Environ. Monitor. Assess. 40(3): 303-311.

Steidinger, K. & K. Tangen. 1997. Dinoflagellates. In: Tomas, C. R. (ed.). Identifying marine phytoplankton. Academic Press, Inc. San Diego, California. pp. 387-589.

Strickland, J. D. H. & T. R. Parson. 1972. A practical handbook of seawater analysis. 2nd ed. Fisheries Research Board of Canada. Ottawa. 167. 310 pp.

Tomas, C. 1998. Blooms of potentially harmful raphidophycean flagellates in Florida coastal waters. In: Reguera, B., J. Blanco, M. L. Fernández & T. Wyatt (eds.). Harmful Algae. Xunta de Galicia and IOC-UNESCO. Santiago de Compostela. pp. 101-103.

Trigueros, J. M. & E. Orive. 2000. Tidally driven distribution of phytoplankton blooms in a shallow, macrotidal estuary. J. Plankton Res. 22: 969-986.

Turki, S. & A. El Abed. 2001. On the presence of potentially toxic algae in the lagoons of Tunisia. Harmful Algae News. An IOC Newsletter on toxic algae and algal blooms 22: 10.

Yan, T., Z. Ming-Jiang & Z. Jing-Zhong. 2002. A national report on harmful algal blooms in China. In: Taylor "Max", F. J. R. & V. L. Trainer (eds.). Harmful algal blooms in the PICES region of the North Pacific. PICES Scientific Report No. 23. North Pacific Marine Science Organization, Sidney, BC, Canada. pp. 119-128.

Recibido en agosto de 2006.

Aceptado en diciembre de 2007.



Acta Botanica Mexicana 83: 49-61 (2008)

DOS NUEVAS ESPECIES DE *HECHTIA* (BROMELIACEAE; PITCAIRNIOIDEAE) DEL CENTRO DE MÉXICO

Adolfo Espejo-Serna[1], Ana Rosa López-Ferrari[1] e Ivón Ramírez-Morillo[2]

[1]Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Departamento de Biología, Herbario Metropolitano, Apdo. postal 55-535, 09340 México, D.F., México. aes@xanum.unam.mx
[2]Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Herbario CICY. Calle 43 Núm. 130, Colonia Chuburná de Hidalgo, 97200 Mérida, Yucatán, México. ramirez@cicy.mx

RESUMEN

Se describen e ilustran dos nuevas especies de *Hechtia*, *H. pretiosa* y *H. zamudioi*. Ambos taxa son endémicos del centro de México, el primero de Guanajuato y el segundo de Querétaro.

Palabras clave: Bromeliaceae, Guanajuato, *Hechtia*, México, Querétaro.

ABSTRACT

Two new species of *Hechtia*, *H. pretiosa* and *H. zamudioi* are described and illustrated. Both taxa are endemic of central Mexico, the former is known from Guanajuato and the second from Querétaro.

Key words: Bromeliaceae, Guanajuato, *Hechtia*, Mexico, Querétaro.

El género *Hechtia* es prácticamente mexicano, ya que 94.3% de sus 53 taxa conocidos (Espejo et al., 2004, 2007; Luther, 2006) se concentra dentro de los límites del territorio nacional. Sin embargo, estamos lejos de tener completo el inventario definitivo del género, ya que existen todavía varios taxa por describir.

Hechtia fue, hasta hace poco, uno de los géneros menos atendidos por los botánicos mexicanos, dadas las características de sus representantes: plantas dioicas, por lo general robustas y bastante agresivas, con hojas espinosas y con períodos de

floración muy cortos, lo que aunado a su distribución principalmente erémica, impidió tener colecciones completas y representativas de las especies que lo forman. El aumento, en las últimas décadas, de la exploración botánica en el país ha permitido contar con ejemplares más completos y de mejor calidad, lo que seguramente se reflejará en un mayor entendimiento del género.

En el curso de la elaboración del fascículo de las Bromeliaceae para la Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes detectamos varias poblaciones del género *Hechtia* que corresponden, sin duda, a especies no descritas, para las cuales proponemos los siguientes nombres:

Hechtia pretiosa Espejo & López-Ferrari, sp. nov. Figs. 1 y 3A

Herbae rosulatae, stoloniferae, florens usque ad 1.65 m altae; caules breves, inconspicui, stolones cylindrici, graciles, 40-50 cm longi, 3-4 mm diametro, bracteati; folia permulta, carnosa, laminae virides-citrinae triangulares, 30-50 cm longae, 2.2-3.5 cm latae, supra glabrae, subtus albo-lepidotae, margines spinas gerentes; spinae recurvatae, 2.5-5 mm longae, axillis albo-lepidotis. Inflorescentiae laterales, erectae, simplices vel bipartitae; rami masculini cylindrici, 5-46 cm longi, 2-2.5 cm diametro; flores masculini rosei vel magentei, petala et sepala ad basim per 5.5-7 mm connata, limbus petalorum ellipticus, 6-8 mm longus, 3.5-4 mm latus, filamenta laminaria, triangularia vel longe triangularia, 2-5 mm longa, antherae flavae, ellipticae vel oblongae, 1-1.5 mm longae; rami feminei cylindrici, 8-45 cm longi, 2.1-2.5 cm diametro, flores feminei rosei vel magentei, petala elliptica, 8-9 mm longa, 3-5 mm lata; staminodia alba, triangularia, 2-3 mm longa, antheris absentibus, ovarium ovoideum, roseum, 6-10 mm longum, 3-4 mm diametro. Rami in fructu oblongi, capsula ovoidea, pallide brunnea, 0.9-1.3 cm longa, 8-9 mm diametro, nitida.

Hierbas rupícolas, arrosetadas, estoloníferas, formando nuevas rosetas en el ápice de los delgados estolones, en flor de hasta 1.65 m de alto, las rosetas compactas, cespitosas, de hasta 25 cm de alto y 40 cm de diámetro, formando grupos pequeños; los estolones cilíndricos, alargados, delgados, de 40 a 50 cm de largo, de 3 a 4 mm de diámetro, bracteados, las brácteas ovado-triangulares, de 3 a 3.5 cm de largo, de 1 a 1.2 cm de ancho, largamente acuminadas, espinosas en los márgenes, pungentes en el ápice, imbricadas, densamente lepidotas en el envés; tallos cortos, inconspicuos. Hojas numerosas, carnosas, las vainas amarillas pálidas a pardas claras, anchamente ovadas a subcuadradas, de 4 a 5.5 cm de largo, de ca. 5 cm de ancho, lustrosas, glabras, las láminas de color verde primavera (exotica horticulture color



Fig. 1. *Hechtia pretiosa*. A. y B. hábito; C. plantas en antesis; D. estolón; E. flores masculinas; F. flores femeninas; G. flor masculina disecada. Fotografías de A. Espejo.

guide, Graf, 1980), largamente triangulares, de 30 a 50 cm de largo, de 2.2 a 3.5 cm de ancho, glabras en la haz, densamente blanco-lepidotas en el envés, de apariencia pardo-dorado-lepidota cuando secas, atenuadas y largamente acuminadas y pungentes en el ápice, espinosas en los márgenes, recurvadas formando una roseta globosa a semiglobosa; las espinas curvadas y ascendentes, verdes a pardas, de 2.5 a 5 mm de largo, separadas entre sí de 7 a 12 mm, con escamas blancas en las axilas. Inflorescencias laterales, surgiendo entre las hojas y a los lados de la roseta, erectas, procumbentes, racemosas a paniculadas; inflorescencias masculinas de 90 a 165 cm de alto, con 4 a 9 ramas laterales, el escapo rojizo a pardo-rojizo, cilíndrico, algo aplanado en la base, de 50 a 86 cm de largo, de 2 a 11 mm de diámetro; brácteas del escapo pardas claras, triangulares a triangular-lanceoladas, de 1.4 a 4.5 cm de largo, de 4.5 a 13 mm de ancho, acuminadas a largamente acuminadas, las basales densamente imbricadas y mucho más largas que los entrenudos, las apicales mucho más cortas que los entrenudos, enteras a ligeramente erosas en los márgenes, densamente lepidotas en el envés, glabrescentes en la haz; las ramas divaricadas a ascendentes, una por nudo, cilíndricas, de 5 a 22 cm de largo, la terminal de 25 a 46 cm de largo, de 2 a 2.5 cm de diámetro; brácteas primarias pardas claras, ovadas a ovado-triangulares, de 1.8 a 2.3 cm de largo, de 6 a 8 mm de ancho, con tricomas capitados glandulares esparcidamente dispuestos en el envés, lo que les da una apariencia papilosa, erosas, conspicuamente nervadas, acuminadas; brácteas florales rosadas a pardo-rosadas, ovadas a ovado-triangulares, acuminadas, de 6 a 8 mm de largo, de 3 a 4.5 mm de ancho, levemente erosas, con tricomas capitados glandulares, lo que les da una apariencia papilosa, conspicuamente nervadas; flores polísticas, divaricadas a reclinadas, laxamente dispuestas, numerosas por rama, actinomorfas, tubiformes, sésiles a subsésiles; sépalos rosados a pardo-rosados, oblongos a lanceolado-oblongos, el limbo de 6 a 8.5 mm de largo, de 2.5 a 3.5 mm de ancho, agudos y cortamente apiculados en el ápice, con tricomas capitados glandulares, lo que les da una apariencia papilosa, conspicuamente nervados, connados en la base entre sí y con los pétalos formando un tubo perigonial de 5.5 a 7 mm de largo; pétalos rosados, elípticos, el limbo de 6 a 8 mm de largo, de 3.5 a 4 mm de ancho, redondeados en el ápice, con tricomas capitados glandulares muy esparcidamente dispuestos, lo que les da una apariencia papilosa; estambres desiguales, tres cortos y tres largos, fusionados en la base con el tubo perigonial, los filamentos blancos, laminares, triangulares a largamente triangulares, de 2 a 5 mm de largo, las anteras de color púrpura oscuro, dorsifijas, elípticas a oblongas, de 1 a 1.5 mm de largo; ovario vestigial, en la parte basal de tubo perigonial; inflorescencias femeninas de 70 a 160 cm de alto, simples o con hasta 7 ramas laterales, el escapo cilíndrico, algo aplanado en la base, de 45

a 105 cm de largo, de 4 a 10 mm de diámetro, rojizo a pardo-rojizo, glabro; brácteas del escapo pardas claras, triangulares a triangular lanceoladas, de 2.5 a 4 cm de largo, de 9 a 13 mm de ancho, lepidotas sobre todo en la parte central y apical, glabrescentes, enteras, acuminadas a largamente acuminadas, iguales en longitud o ligeramente más largas que los entrenudos, disminuyendo gradualmente de tamaño hacia el ápice, las ramas divaricadas, una por nudo, cilíndricas, de 8 a 19 cm de largo, la terminal de 15 a 45 cm de largo, de 2.1 a 2.5 cm de diámetro; brácteas primarias pardas claras, triangulares a ovado-triangulares, de 2 a 2.5 cm de largo, de 7 a 8 mm de ancho, enteras, esparcidamente papilosas, conspicuamente nervadas, largamente acuminadas; brácteas florales rosadas a pardo-rosadas, triangulares a ovado-triangulares, de 8 a 13 mm de largo, de 4 a 4.5 mm de ancho, leve e irregularmente erosas, con tricomas capitados glandulares, lo que les da una apariencia papilosa, conspicuamente nervadas, acuminadas; flores polísticas, laxamente dispuestas, numerosas por rama, actinomorfas, tubiformes, sésiles a subsésiles; sépalos rosados a pardo-rosados, largamente triangulares, agudos y cortamente apiculados, de 7 a 11 mm de largo, de 4 a 5 mm de ancho, conspicuamente nervados, carinados hacia la base, levemente erosos, con tricomas capitados glandulares, lo que les da una apariencia papilosa; pétalos rosados, elípticos, de 8 a 9 mm de largo, de 3 a 5 mm de ancho, redondeados y muy cortamente apiculados en el ápice, con tricomas capitados glandulares esparcidamente dispuestos, lo que les da una apariencia papilosa, sobre todo hacia el centro y el ápice; ovario verde, ovoide a largamente ovoide, de 6 a 10 mm de largo, de 3 a 4 mm de diámetro, con tricomas capitados glandulares, lo que le da una apariencia papilosa y con tricomas pedados esparcidamente dispuestos, cubierto en la base por el tubo perigonial, el cual forma un pseudohipantio, estigmas tres, blancos en la base, rosados en el ápice, filiformes, recurvados hacia el ápice, de ca. 4 mm de largo, papilosos en la parte interna; estaminodios 6, laminares, triangulares, de 2 a 3 mm de largo, blancos, sin anteras. Cápsula de color verde seco, rojiza hacia el ápice, parda clara cuando seca, lustrosa, esparcidamente escamosa, ovoide, de 9 a 13 mm de largo, de 8 a 9 mm de diámetro, los pedicelos acrescentes y recurvados; semillas pardas claras, fusiformes, rectas a falcadas, de 5 a 6 mm de largo por ca. 0.5 mm de diámetro, con una carina longitudinal y caudadas en el ápice.

Tipo: México, Guanajuato, municipio de Xichú, ca. 6.5 km después de El Huamúchil, por la brecha a Atarjea, 21°18'36" N; 99°55'32" W, ca. 1400 m, matorral con cactáceas columnares (*Myrtillocactus*, *Stenocereus*) sobre sustratos rocosos ígneos, 13.IV.2007, planta masculina, *A. R. López-Ferrari, A. Espejo, J. Ceja, A. Mendoza R. y S. Zamudio R. 3268* (holotipo: UAMIZ; isotipo: IEB).

Paratipos: México, Guanajuato, municipio de Xichú, ca. 6.5 km después de El Huamúchil, por la brecha a Atarjea, 21°18'36" N, 99°55'32" W, ca. 1400 m, matorral con cactáceas columnares (*Myrtillocactus*, *Stenocereus*) sobre sustratos rocosos ígneos, 13.IV.2007, planta femenina, *A. R. López-Ferrari, A. Espejo, J. Ceja, A. Mendoza R.* y *S. Zamudio R. 3267* (IEB, UAMIZ), 6.5 km al NE de El Huamúchil, por la brecha a Atarjea, 21°18' N, 99°55'47" W, 1400 m, matorral crasicaule con *Stenocereus dumortieri*, *Stenocereus queretaroensis* y *Myrtillocactus*, sobre peñas de rocas ígneas, 12.IX.1997, planta masculina, *S. Zamudio, E. Pérez y L. Hernández 10464* (IEB, UAMIZ), 6.5 km al NE de El Huamúchil, por la brecha a Atarjea, 21°18'36" N, 99°55'32" W, 1350 m, laderas de rocas ígneas con *Myrtillocactus geometrizans*, *Stenocereus queretaroensis* y *Stenocereus dumortieri*, 13.IV.2007, planta masculina, *S. Zamudio y cols. 13701* (IEB), planta femenina, *S. Zamudio y cols. 13702* (IEB), entre Xichú y El Guamúchil, en riscos arriba de la carretera, 3 km abajo del puerto, 18.III.1995, prensado 2.V.1996, planta femenina, *E. Aguilar Mendoza y Ch. Glass 16* (IEB, UAMIZ).

Distribución y hábitat: *Hechtia pretiosa* se conoce únicamente del municipio de Xichú (Fig. 4), en donde crece en riscos y taludes de rocas ígneas, formando colonias más bien pequeñas. Dicho municipio, ubicado en el noreste del estado de Guanajuato, fue durante largo tiempo desconocido desde el punto de vista botánico, debido principalmente a la dificultad de acceso a la zona. Aunque diversos botánicos realizaron recolecciones aisladas entre los años 1945 y 1970, no fue sino hasta el inicio del proyecto Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes en 1985, que se llevaron a cabo exploraciones botánicas regulares en la región, encontrándose numerosos registros nuevos (Rzedowski et. al., 1996), así como especies no descritas para la ciencia (Hernández y Zamudio, 2003), a las cuales se suma la aquí propuesta.

Etimología: El epíteto específico hace referencia al atractivo aspecto de las plantas, las cuales presentan rosetas pequeñas, estoloníferas, con hojas de color verde primavera y flores rosadas o de color magenta, relativamente grandes para el género.

Hechtia pretiosa presenta características singulares entre las que podemos mencionar la presencia de estolones largos y delgados, las escamas pedadas, el tubo floral en las flores masculinas y las flores rosadas o de color magenta, poco comunes en el género. Por lo mismo, es difícil relacionarla con cualquiera de las especies conocidas.

El otro nuevo taxon que aquí presentamos proviene de la región septentrional del estado de Querétaro. Se trata de una especie rupícola asociada a sustratos calizos para la cual proponemos el nombre de:

Hechtia zamudioi Espejo, López-Ferrari & I. Ramírez, sp. nov. Figs. 2 y 3B

Herbae rosulatae, florens usque ad 2 m altae; caulis inconspicua; folia permulta, carnosa, laminae venetae, 30-48 cm longae, albo-lepidotae, margines spinas gerentes; spinae recurvatae, 1.5-2 mm longae, axillis albo-lepidotis. Inflorescentiae terminales, erectae, bipartitae vel tripartitae; rami masculini oblongo-cylindrici, 15-25 cm longi, 2-2.3 cm diametro, flores masculini virides, petala elliptica, 6-8 mm longa, 3.5-4 mm lata, filamenta linearia, 6-7 mm longa, antherae flavae, oblongae, ca. 3 mm longae; rami feminei cylindrici, 6-10 cm longi, 1.7-2.3 cm diametro, flores feminei virides, petala triangularia vel ovata, 5-8 mm longa, 2.5-3 mm lata; staminodia alba, triangularia vel filiformia, 2.5-3 mm longa, antherae vestigiales, inconspicuae; ovarium ovoideum vel ellipsoideum, viride, 5-7 mm longum, 3-4 mm diametro. Rami in fructu cylindrici, capsula ovoidea vel globoso-ovoidea, pallide brunnea, nitida.

Hierbas rupícolas, arrosetadas, cespitosas, en flor de hasta 2 m de alto, las rosetas compactas, de hasta 60 cm de alto y de 60 a 70 cm de diámetro, formando extensas colonias; tallos inconspicuos. Hojas numerosas, carnosas, las vainas de color amarillo paja, anchamente ovadas a subcuadradas, de 8.5 a 9 cm de largo, de 8.8 a 10.2 cm de ancho, lustrosas, glabras en ambas superficies, produciendo un exudado amarillo, las láminas de color verde-azulado, ligeramente discoloras, largamente triangulares, de 30 a 48 cm de largo, de 3.5 a 5 cm de ancho, densamente blanco-lepidotas en ambas superficies, espinosas en los márgenes, acuminadas y pungentes en el ápice, rectas, formando una roseta extendida de tipo estrella; las espinas curvadas y pardas claras a rojizas en el ápice, de 1.5 a 2 mm de largo, separadas entre sí 6 a 15 mm, con escamas blancas en las axilas. Inflorescencias terminales, surgiendo en el ápice o parte central de la roseta, erectas, compuestas, paniculadas; inflorescencias masculinas de 1 a 2 m de alto, una a dos veces divididas, con numerosas ramas, el escapo cilíndrico, de 70 a 85 cm de largo, de 1.2 a 2 cm de diámetro, el raquis ligeramente flexuoso; brácteas del escapo foliáceas, pajizas, largamente triangulares a triangulares, de 10 a 30 cm de largo, de 1.8 a 2.5 cm de ancho en la base, atenuadas y pungentes, las basales imbricadas y mucho más largas que los entrenudos, disminuyendo gradualmente de tamaño hacia el ápice, las vainas ente-

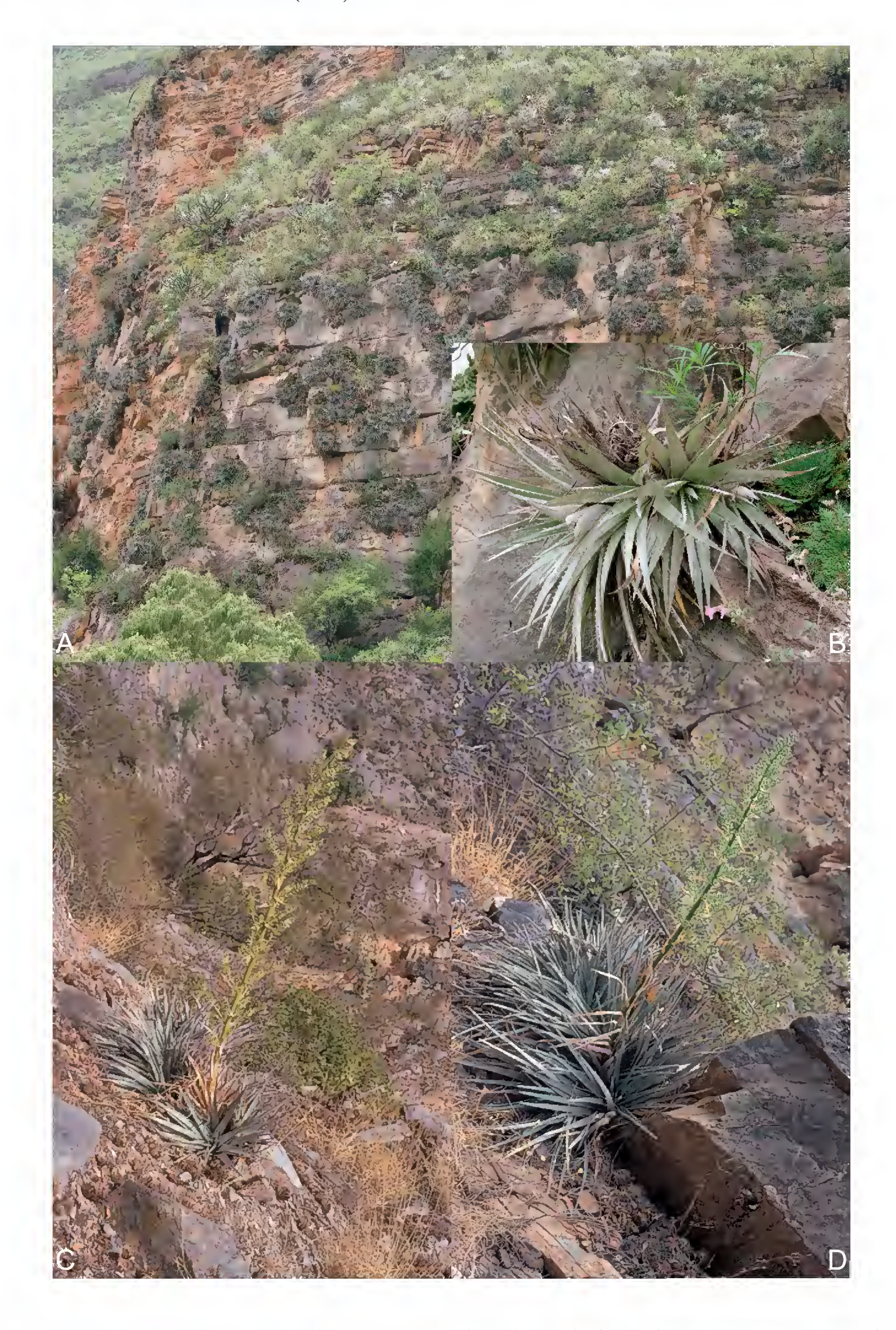


Fig. 2. *Hechtia zamudioi*. A. población creciendo sobre taludes calizos; B. rosetas; C. planta masculina; D. planta femenina. Fotografías A y B, A. Espejo; C y D, S. Zamudio.



Fig. 3. A. *Hechtia pretiosa*, frutos; B. *Hechtia zamudioi*, frutos.

ras, subcuadradas, de 2 a 2.5 cm de largo, las láminas espinosas en los márgenes, densamente blanco-lepidotas en ambas superficies, las ramas de primer orden laxas, oblongo-cilíndricas, de 15 a 25 cm de largo, de 2 a 2.3 cm de diámetro, con dos ramas de segundo orden de 5 a 9.5 cm de largo en la base; brácteas primarias pardas claras, papiráceas, largamente triangulares a lanceoladas, de 5.5 a 7 cm de largo, de 1.5 a 1.7 cm de ancho, glabras, prominentemente nervadas, acuminadas a largamente acuminadas, hialinas y diminutamente espinosas en los márgenes; brácteas florales filiformes, blancas, inconspicuas, de hasta 3 mm de largo, enteras, glabras; flores polísticas, divaricadas, sublaxamente dispuestas, numerosas por rama, actinomorfas, largamente pediceladas, los pedicelos filiformes, de 3 a 6 mm de largo; sépalos libres, verdes, triangulares a ovados u oblongos, de 3.5 a 4.5 mm de largo, de 2 a 3.5 mm de ancho, agudos en el ápice, membranáceos, hialinos; pétalos libres, verdes, elípticos, de 6 a 8 mm de largo, de 3.5 a 4 mm de ancho, redondeados en el ápice; estambres subiguales, los filamentos lineares a linear-triangulares, de 6 a 7 mm de largo, las anteras verdes, oblongas, de 3 mm de largo; ovario vestigial, abortivo; inflorescencias femeninas de 1 a 2 m de alto, una vez divididas, con numerosas ramas, el escapo cilíndrico, de 70 a 85 cm de largo, de 1.2 a 2 cm de diámetro, verde, glabro, el raquis ligeramente flexuoso; brácteas del escapo pajizas, largamente triangulares, de 10 a 30 de largo, de 1.8 a 2.5 cm de ancho, espinosas en los márgenes, pungentes en el ápice, más largas que los entrenudos, disminuyendo gradualmente de tamaño hacia el ápice de la inflorescencia, las ramas difusas a ascendentes, cilíndricas, una por nudo, de 6 a 10 cm de largo por 1.7 a 2.3 cm de diámetro; brácteas primarias lanceoladas a largamente triangulares o largamente ovadas, pardas claras, glabras, papiráceas, de 3.5 a 7 cm de largo, de 0.9 a 1.5 cm de ancho, prominentemente nervadas, acuminadas a largamente acuminadas, hialinas y diminutamente espinosas en los márgenes; brácteas florales filiformes, blancas, inconspicuas, de hasta 3 mm de largo, enteras, glabras; flores polísticas, sublaxamente dispuestas, numerosas por rama, actinomorfas, largamente pediceladas, los pedicelos filiformes, de 5 a 9 mm de largo; sépalos verdes, triangulares a largamente triangulares, agudos y apiculados, de 3 a 4 mm de largo, de 1.2 a 1.4 mm de ancho, membranáceos; pétalos verdes, largamente triangulares a largamente ovados, de 5 a 8 mm de largo, de 2.5 a 3 mm de ancho, agudos a redondeados en el ápice; ovario ovoide a elipsoide, de 5 a 7 mm de largo, de 3 a 4 mm de diámetro, verde, estigmas tres, filiformes, de 2 a 4 mm de largo, papilosos en la parte interna; estaminodios 6, blancos, largamente triangulares a filiformes, de 2.5 a 3 mm de largo, con anteras vestigiales, inconspicuas. Cápsula verde, parda clara y papirácea cuando seca, ovoide a globoso-ovoide, de 8 a 12 mm de largo, de 5 a 6 mm de diámetro; semillas pardas claras, fusiformes, de 5

a 6 mm de largo, de ca. 0.5 mm de diámetro, con una carina longitudinal y con una cauda largamente triangular en el ápice.

Tipo: México, Querétaro, municipio de San Joaquín, cañón del río Estórax, entre El Plátano y Medias Coloradas, laderas de rocas calizas con vegetación de matorral submontano y bosque tropical caducifolio, 875 m, 7-8.III.2000, planta masculina, *S. Zamudio y L. Hernández 11285* (holotipo: IEB; isotipo: UAMIZ).

Paratipos: México, Querétaro, municipio de Peñamiller, El Nacimiento, ca. 1.5 km de La Higuera, rumbo a el balneario El Oasis, ladera caliza con escurrimiento de agua, orientación N, matorral xerófilo con *Asclepias linaria*, *Acacia*, *Morkilia*, *Hechtia*, *Opuntia*, 1340 m, 21°0.511' N, 99°42.565' W, 12.VII.2000, planta femenina, *G. Ocampo, S. Zamudio y A. Reznicek 867* (IEB, UAMIZ); municipio de San Joaquín, cañón del río Estórax, al N del norte de El Plátano, riscos calizos con vegetación de matorral, 870 m, 10.IV.2007, planta femenina, *J. Ceja, A. Espejo, A. R. López-Ferrari, A. Mendoza y S. Zamudio R. 1829* (CICY, IEB, UAMIZ); cañón del río Estórax, entre El Plátano y Medias Coloradas, laderas de rocas calizas con vegetación de matorral submontano y bosque tropical caducifolio, 875 m, 7-8.III.2000, planta femenina, *S. Zamudio y L. Hernández 11284* (IEB, UAMIZ).

Otros registros: México, Querétaro, municipio de Peñamiller, ca. 5 km sobre la desviación al balneario El Oasis, a partir de la carretera Vizarrón - Pinal de Amoles, matorral submontano, 1309 m, 29.VIII.2006, *A. Espejo, A. R. López-Ferrari y N. Martínez Correa 6898* (foto UAMIZ); municipio de Pinal de Amoles, 7 km después de El Derramadero, rumbo a Bucareli, taludes calizos con vegetación de matorral, 1600 m, 9.IX.2006, *A. Espejo s. n.* (foto UAMIZ).

Distribución y hábitat: *Hechtia zamudioi* se conoce únicamente de los municipios de San Joaquín, Peñamiller y Pinal de Amoles en la cuenca del río Estórax, en el estado de Querétaro (Fig. 4). La especie crece en riscos y paredes de cañones de rocas calizas, cubriendo prácticamente la superficie de los mismos. Resulta extraño que a pesar de lo abundante de las poblaciones y de lo conspicuo de las plantas de la especie, ésta haya pasado hasta ahora desapercibida (Zamudio, 1984).

Etimología: El epíteto específico honra a Sergio Zamudio Ruiz, colega y amigo del Centro Regional del Bajío del Instituto de Ecología A.C., quien realizó las primeras recolecciones de la especie e importante colaborador de la Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes.

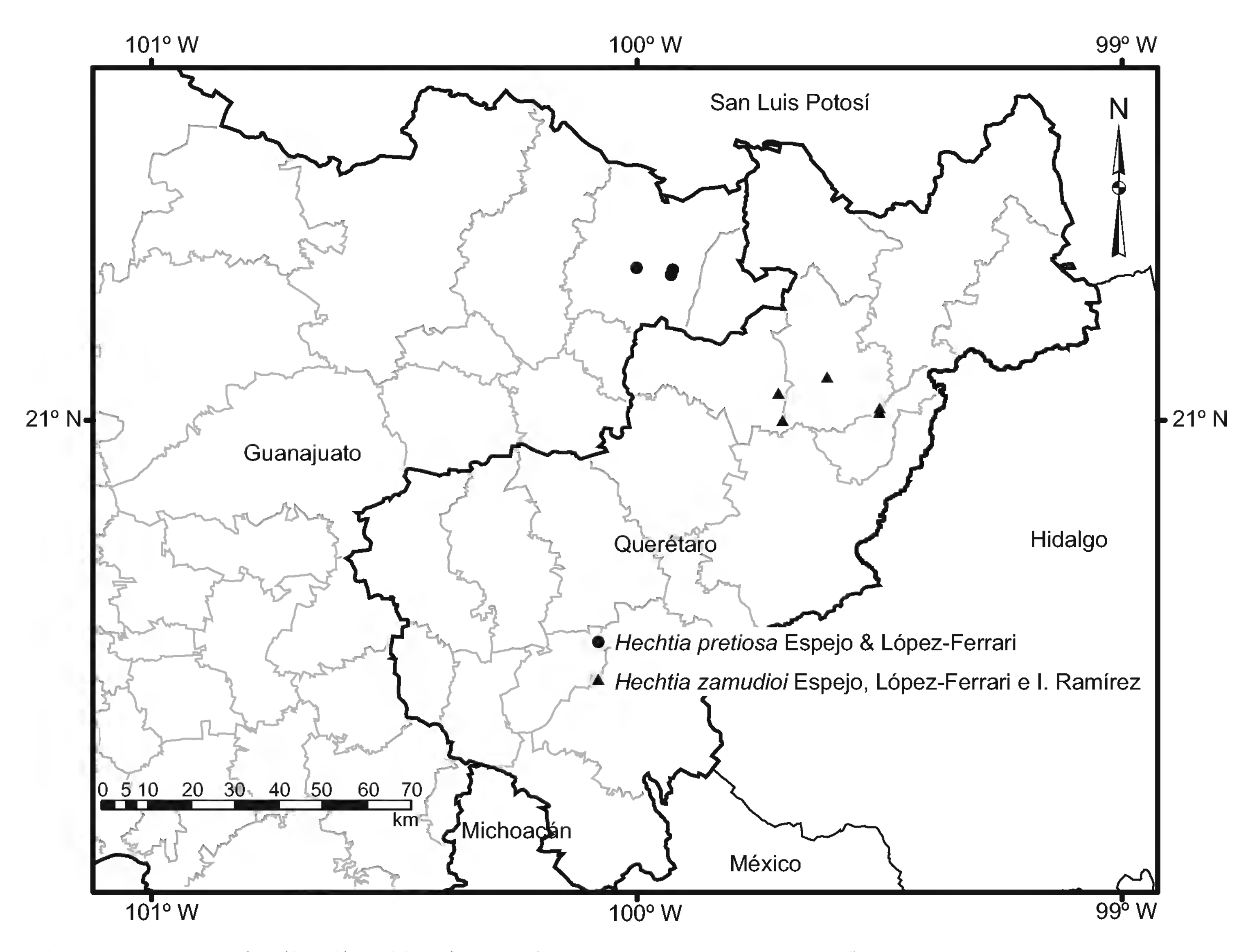


Figura 4. Mapa de distribución de *Hechtia pretiosa* y *H. zamudioi*.

Hechtia zamudioi es una especie claramente distinta de cualquier otra del género debido a sus peculiares características: rosetas grandes en forma de estrella con las hojas de color verde azulado y formando extensas colonias, flores largamente pediceladas y sublaxamente dispuestas.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro sincero agradecimiento a Walter Till, Jerzy Rzedowski y Graciela Calderón por la lectura crítica del trabajo y sus valiosas correcciones al mismo; a Jacqueline Ceja, Aniceto Mendoza y Nancy Martínez Correa por su constante, desinteresada e invaluable ayuda en el trabajo de campo; a Sergio Zamudio, quien nos acompañó en la aventura de recorrer parte del cañón del río Estórax y por facilitarnos material fotográfico de *Hechtia zamudioi*. Finalmente damos las gracias a los curadores de los herbarios IEB y UAMIZ por brindarnos las facilidades para la consulta del material depositado en sus colecciones.

LITERATURA CITADA

Espejo, A., A. R. López-Ferrari, I. Ramírez-Morillo, B. K. Holst, H. E. Luther y W. Till. 2004. Checklist of Mexican Bromeliaceae with notes on species distribution and levels of endemism. Selbyana 25: 33-86.

Espejo-Serna, A., A. R. López-Ferrari, I. Ramírez-Morillo y N. Martínez-Correa. 2007. Dos nuevas especies de *Hechtia* (Bromeliaceae) de México. Acta Bot. Mex. 78: 97-109.

Graf, A. B. 1980. Exotica, Series 3. Pictorical cyclopedia of exotic plants from tropical and near-tropic regions. 10 ed. Roehrs Co., Nueva Jersey. 1833 pp.

Hernández, L. y S. Zamudio. 2003. Two new remarkable Nolinaceae from Central Mexico. Brittonia 55(3): 226-232.

Luther, H. (comp.) 2006. An alphabetical list of bromeliad binomials. The Bromeliad Society International. 10th ed. Sarasota.119 pp.

Rzedowski, J., G. Calderón de Rzedowski y R. Galván. 1996. Nota sobre la vegetación y la flora del noreste del estado de Guanajuato. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Instituto de Ecología, A.C. Fascículo complementario XIV. Pátzcuaro, Mich. 22 pp.

Zamudio, S. 1984. La vegetación de la cuenca del río Estórax, en el estado de Querétaro y sus relaciones fitogeográficas. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 275 pp.

Recibido en junio de 2007.

Aceptado en febrero de 2008.



Acta Botanica Mexicana 83: 63-68 (2008)

UNA ESPECIE NUEVA DE *PACHYPHYTUM* (CRASSULACEAE) PARA LA FLORA DE JALISCO, MÉXICO

Emmanuel Pérez-Calix[1], Ignacio García Ruiz[2] y Miguel Cházaro Basáñez[3]

[1]Instituto de Ecología, A.C., Centro Regional del Bajío, Apdo. postal 386, 61600 Pátzcuaro, Michoacán, México. emmanuel.perezcalix@inecol.edu.mx
[2]Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Michoacán. Justo Sierra 28, 59510 Jiquilpan, Michoacán, México. igarciar @ipn.mx
[3]Departamento de Geografía, Universidad de Guadalajara, Avenida Maestros y M. Bárcena, 44260 Guadalajara, Jalisco, México.

RESUMEN

Se describe y propone como especie nueva para la ciencia a *Pachyphytum contrerasii* (Crassulaceae). El nuevo taxon se ubica en la sección *Pachyphytum* Moran, por llevar las brácteas imbricadas en el cincino joven, tener la corola más corta que el cáliz y por la presencia de una mancha roja evidente en la cara interna de los segmentos de la corola. La especie más semejante morfológicamente es *P. machucae* I. García, Glass et Cházaro, de la cual *P. contrerasii* difiere en diversos caracteres de la flor, tales como: el largo del pedicelo, la relación entre el largo de la corola y el del cáliz y la coloración de la cara interna de los pétalos, estambres y pistilo.

Palabras clave: clado *Acre*, Echeverioideae, *Pachyphytum machucae*, taxonomía.

ABSTRACT

Pachyphytum contrerasii (Crassulaceae) is proposed and described here as a new species from central Jalisco, western Mexico. This taxon belongs to the section *Pachyphytum* Moran, on account of its imbricate bracts of the young cincinnus, of its corolla shorter than the calyx and of its the conspicuous red dot on the inner face of the corolla segments. In terms of morphology and geography the closest relative is *Pachyphytum machucae* I. Garcia, Glass & Cházaro, from northwestern Michoacan, In addition to its geographical distribution, *Pachyphytum contrerasii* is separated from this species by the possession of pedicels 2-4 mm long, a corolla 3 mm long that is shorter than the pair of larger sepals, and bicolored inner face of the petals, stamens and pistil. Besides being a new species this is the first report of the genus *Pachyphytum* for Jalisco state.

Key words: clado *Acre*, Echeverioideae, *Pachyphytum machucae*, taxonomy.

El género *Pachyphytum* (Crassulaceae), en su ubicación tradicional, pertenece a la subfamilia Echeverioideae (sensu Berger, 1930), mientras que las propuestas modernas, como la de Hart (1995) lo agrupan con *Echeveria* DC., *Graptopetalum* Rose, *Lenophyllum* Rose, *Tacitus* Moran, *Thompsonella* Rose y *Villadia* Rose en el clado *Acre* (subfamilia Sedoideae; tribu Sedeae; subtribu Sedinae). Se diferencia de los demás por presentar un par de apéndices escamosos en la cara interna de cada pétalo. Como se conoce en la actualidad, el género consta de 17 especies de distribución restringida al centro de México, desde la región sureste de Tamaulipas al centro y noroeste de Michoacán, abarcando porciones de los estados de Hidalgo, San Luis Potosí, Querétaro, Guanajuato y Aguascalientes. La mayoría de las especies presentan distribución muy restringida, pues con excepción de *Pachyphytum compactum* Rose, *P. hookeri* (Salm-Dyck) A. Berger, *P. glutinicaule* Moran y *P. viride* E. Walther, las demás se registran únicamente de la localidad en que se colectó el tipo y de áreas cercanas. Cabe mencionar que la especie que aquí se describe es la primera del género que se localiza en el estado de Jalisco, lo que a su vez amplía la distribución conocida para el grupo hacia el occidente de México.

Durante una exploración realizada en busca de orquídeas en la cascada Cola de Caballo, en el municipio de Zapopan, Jalisco, el señor Ignacio Contreras Villaseñor halló creciendo sobre las rocas una planta suculenta que llamó su atención y colectó algunos ejemplares que fueron determinados como pertenecientes al género *Pachyphytum*. Sin embargo, se encontró que no corresponde a ninguna de las especies descritas con anticipación y debido a ello se propone como nueva para la ciencia y se le dedica el nombre a su descubridor.

Pachyphytum contrerasii E. Pérez-Calix, I. García et Cházaro, sp. nov. TIPO: México. Jalisco: municipio de Zapopan, cantil rocoso contiguo a la Cascada "Cola de Caballo" junto al Mirador "Dr. Atl", alt. 1450 m. 24 sep. 2001. *M. Cházaro B., L. F. Gómez y J. R. Gómez 8157* (holotipo: IEB; isotipos: CIMI, ENCB, MEXU y XAL). (Fig. 1.)

Planta suffrutescens, succulenta, glabra, pendula vel decumbens, caules simplices vel ramosi, usque 20 cm longi; folia rosulam usque ad 12 cm diametro formantia, laminae ambitu anguste ellipticae usque lanceolatae, apice obtusae, 4-7.5 cm longae, 1.5-2.5 cm latae ad partem mediam, 5-7 mm crassae, viridi-glaucae usque roseae ad basem, griseo-lavandulaceae usque viridi-caerulescentes ad partem mediam et apicem; inflorescentia cincinniformis, pedunculus usque 25 cm longus, 12-24 floribus, bracteae imbricatae in cincinno juveni, oblongo-ovatae, ad apicem

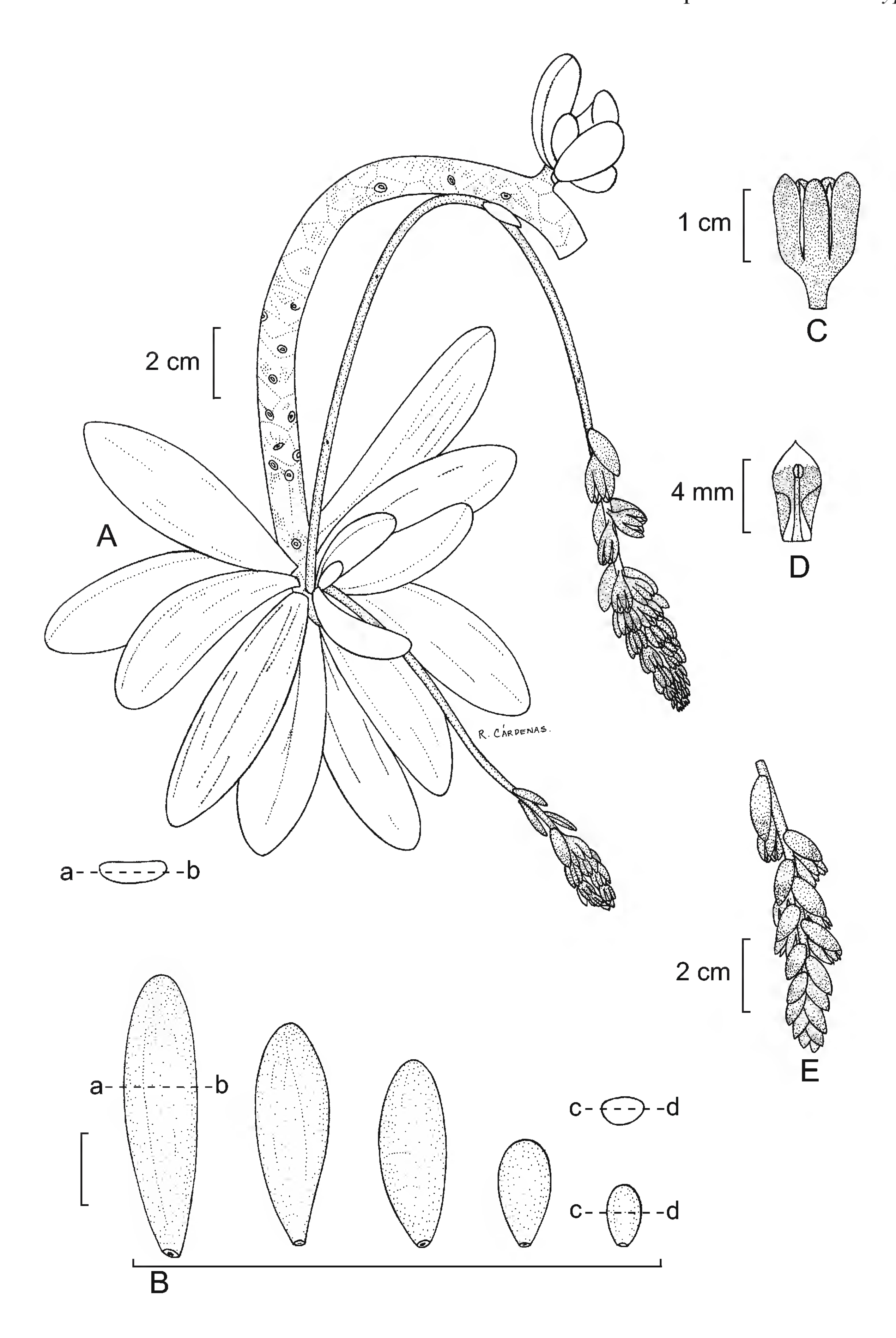


Fig. 1. *Pachyphytum contrerasii* E. Pérez-Calix, I. García et Cházaro. A. hábito; B. variación de las hojas: a-b y c-d, secciones transversales de las láminas foliares; C. flor; D. cara interna de un segmento de la corola; E. inflorescencia en vista dorsal, mostrando las brácteas imbricadas. (Ilustración de R. Cárdenas Soriano, del ejemplar *I. García y J. A. Machuca 5569*).

obtusatae et mucronulatae, 6-16 mm longae, 3-9 mm latae, 2-5 mm crassae, virides vel olivaceae, glaucae; calyx corollam superans, segmentis oblongis inaequalibus; corolla subcampanulata, ad basem connata, lobi oblongi, 7-8 mm longi, 3-3.5 mm lati, ad apicem acuti, extus dilute virides, ad apicem fusci, intus dilute virides, maculam scarlatinam, 2.5 mm diametro ferentes, segmentarum appendices ovali-subcirculares, 1 mm longi, scarlatini.

Planta sufrutescente, suculenta, glabra, glauca, colgante a decumbente; tallos simples o ramificados cerca de la base, hasta de 20 cm de largo y de 10-15 mm de diámetro cerca de la base; hojas formado una roseta hasta de 12 cm de diámetro, laxa en el ápice del tallo; láminas estrechamente elípticas a oblanceoladas en contorno, estrechamente elípticas en sección transversal, ápice romo, de 4-7.5 cm de largo, de 1.5-2.5 cm de ancho en la parte media, de 5-7 mm de grueso, glaucas, de color verde glauco a rosado en la base, gris-lavanda a verde-azulado en la parte media y en el ápice; inflorescencia en forma de cincino, pedúnculo hasta de 25 cm de largo y de 3-5 mm de diámetro cerca de la base, de color rosado, cincino de 10-16 cm de largo, con 12-24 flores; brácteas imbricadas en el cincino joven, alternas, oblongo-ovadas, ápice obtuso, mucronulado, ligeramente sagitadas en la base, de 6-16 mm de largo, de 3-9 mm de ancho, de 2-5 mm de grueso, glaucas, de color verde a verde olivo, rosadas en la base y con la edad; pedicelos de 2-4 mm de largo y de 2 mm de diámetro, glaucos, de color verde; cáliz mayor que la corola, sépalos 5, fusionados en la base formando un tubo de 3-3.5 mm de alto y 6.5 mm de diámetro, segmentos oblongos, desiguales entre sí en largo y ancho, dos mayores de 9-12 mm de largo por 3.5-6 mm de ancho, de 1.3-1.5 mm de grueso, tres menores de 6-9 mm de largo, de 3-4 mm de ancho, de 0.6-0.7 mm de grueso, glaucos, de color verde, ápice obtuso y mucronulado; corola subcampanulada, pétalos 5, connados cerca de la base, lóbulos oblongos, de 7-8 mm de largo, 3-3.5 mm de ancho, ápice agudo, cara externa de color verde muy claro con el ápice ligeramente más oscuro, cara interna verde clara con una mancha oval de color rojo escarlata de 2.5 mm de diámetro, apéndices de los segmentos oval-subcirculares, de 1 mm de largo, de color rojo escarlata; filamentos antisépalos de 4.5 mm de largo, los antipétalos adnados, de 3-4 mm de largo, anteras de 0.5 mm de largo; nectario de 1 mm de largo, de color amarillo; ovario de 3 mm de alto por 3 mm de diámetro, estilos de 1 mm de largo, de color rojo, estigmas globosos, de 0.2 mm de diámetro; folículos de 5 mm de largo; semillas numerosas, de 0.2 mm de largo, de color café.

Pachyphytum contrerasii lleva las brácteas imbricadas en el cincino joven, la corola más corta que el cáliz y tiene una mancha roja en la cara interna de los pétalos, características que lo ubican en la sección *Pachyphytum* (sensu Moran, 1968).

Morfológicamente, la especie nueva, tiene mayor semejanza con *P. machucae* I. García, Glass et Cházaro (García et al., 1999), del que se diferencia de la siguiente manera: *P. contrerasii* tiene pedicelos de 2-4 mm de largo y de 2 mm de diámetro, mientras que los de *P. machucae* miden de 5-10 mm de largo y de 1.5-2 mm de diámetro. Además, la corola de la nueva especie es 3 mm más corta que los sépalos mayores, mientras que la de *P. machucae* es tan larga o brevemente más corta que los sépalos mayores; y, por último, en *P. contrerasii* la cara interna de los pétalos, el pistilo y los estambres son bicolores, de color amarillo-crema o blanquecino en las tres cuartas partes inferiores y de color escarlata hacia el ápice, a su vez, en *P. machucae* estas partes de la flor son totalmente de color de rosa.

Paratipos: MÉXICO. Jalisco: municipio Zapopan, Salto cascada "Cola de Caballo", mirador Dr. Atl, carretera Guadalajara-Saltillo aprox. km 14; *I. García & J. A. Machuca 5569* (CIMI). Misma localidad, *M. Cházaro, M. Mendoza y C. Glass 7790* (IEB).

Fenología: la nueva especie se ha observado en floración de noviembre a marzo, cada planta produce hasta tres inflorescencias por año.

Distribución geográfica y ecológica: *Pachyphytum contrerasii* se conoce únicamente de la localidad en que se colectó el tipo, en el centro-norte del estado de Jalisco. Habita en medio del bosque tropical caducifolio, sobre taludes verticales de rocas ígneas, en laderas con orientación norte, en altitudes de 1380 a 1450 m, en donde crece junto con *Tillandsia capitata* Griseb.

AGRADECIMIENTOS

Estamos muy agradecidos con las siguientes personas por su ayuda en el trabajo de campo, sin la cual hubiera sido imposible conseguir especímenes de la planta: Ignacio Contreras, Oscar M. Valencia, J. A. Machuca, J. Cortés, S. Cortés, A. Galván, A. Larios; en especial con J. Rodrigo y L. Felipe Gómez Jolly, quienes descendieron por el cantil para obtener las muestras. También damos las gracias al Dr. Jerzy Rzedowski R. y al Dr. Victor Steinmann por la lectura crítica y sugerencias al manuscrito. La ilustración se debe a la inspiración del Sr. Rogelio Cárdenas. El primer autor reconoce el apoyo económico del Instituto de Ecología, A.C. (cuenta 20006), del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y de la Comisión Nacional

para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad; el segundo autor agradece a la Comisión de Operación y Fomento para las Actividades Académicas y de Estímulos al Desempeño de los Investigadores del Instituto Politécnico Nacional.

LITERATURA CITADA

Berger, A. 1930. Crassulaceae. In: Engler, A. y K. Prantl (eds.). Die natürlichen Pflanzenfamilien, ed. 2, 18a. Verlag Wilhelm Engelmann. Leipzig. pp. 352-458.

García, I., C. Glass y M. Cházaro. 1999. *Pachyphytum machucae* (Crassulaceae) una nueva especie de Michoacán, México. Acta Bot. Mex. 47: 9-14.

Hart, H. 1995. Infrafamilial and generic classification of the Crassulaceae. In: Hart, H. y U. Eggli (eds.). Evolution and systematic of the Crassulaceae. Backhuys Publishers. Leiden. pp. 159-171.

Moran, R. 1968. New subgeneric groups in *Echeveria* and *Pachyphytum*. Cact. Suc. (U.S.): 40: 36-42.

Recibido en noviembre de 2007.

Aceptado en marzo de 2008.

Acta Botanica Mexicana 83: 69-92 (2008)

RETROSPECTIVA DEL BOSQUE DE PINO Y ENCINO DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL, SONORA, NOROESTE DE MÉXICO, HACE 1000 AÑOS

Carmen Isela Ortega-Rosas[1,*], M. Cristina Peñalba[1,**], José Antonio López-Sáez[2], Thomas R. Van Devender[3]

[1]Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ecología, Apdo. postal 1354, 83000 Hermosillo, Sonora, México.
[2]Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto de Historia, Departamento de Prehistoria, Laboratorio de Arqueobotánica, Duque de Medinaceli 6, 28014 Madrid, España. alopez@ceh.csic.es
[3]Arizona-Sonora Desert Museum, 2021 N. Kinney Rd., Tucson, AZ 85743, Estados Unidos. yecora4@comcast.net

RESUMEN

La Ciénega de Camilo es un humedal con *Sphagnum palustre* localizado en un bosque denso de pino y encino con cuatro especies de *Pinus* y siete de *Quercus*, en la Sierra Madre Occidental, en la región este de Sonora. Los análisis de polen y palinomorfos no polínicos de dos núcleos de sedimento muestran que el bosque de pino y encino ha existido en el lugar durante el último milenio. Sin embargo, hace alrededor de mil años (1058 ±60 y 870 ±70 años cal. BP (años calibrados antes del presente)), el pino era más abundante que hoy día, y además crecía una especie de pino adicional, posiblemente del grupo de *Pinus strobiformis*, que hoy prospera a mayores elevaciones, en un clima más fresco y húmedo. Había abundancia y diversidad de helechos. Los palinomorfos no polínicos sugieren condiciones más húmedas (presencia de Copepoda) y eu- a mesotróficas en la base, seguidas por condiciones más secas (Amerosporas indiferenciadas, tipo 55A, Zygnemataceae y *Pediastrum*), conducentes al medio ambiente mesotrófico-ombrotrófico más reciente caracterizado por *Pleospora* y tipo 82E, que refleja la ciénega de *Sphagnum palustre*. Se infiere que hubo

* Dirección actual: Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement, BP 80, Europôle Méditerranéen de l'Arbois, 13545 Aix-en-Provence cedex 4, Francia. ortega@cerege.fr

** Dirección actual: Universidad de Sonora, Departamento de Geología, Apdo. postal 847, 83000 Hermosillo, Sonora, México. penalba@servidor.unam.mx

un período húmedo hace alrededor de 1000 años (^{14}C BP), contemporáneo con el máximo desarrollo de las culturas arqueológicas de los desiertos Sonorense y Chihuahuense, que fue seguido por un clima progresivamente más seco y cálido.

Palabras clave: cambio climático, Holoceno reciente, México, paleoecología, palinomorfos no polínicos, polen.

ABSTRACT

The Ciénega de Camilo is a *Sphagnum palustre* seep in a canyon in dense pine-oak forest with four species of pine and seven of oak in the Sierra Madre Occidental of eastern Sonora, Mexico. Analyses of pollen and non-pollen palynomorphs in two sediment cores show that pine-oak forest has been at the site during the last thousand years. When sedimentation began about 1000 years ago (1058 ±60 and 870 ±70 cal. BP (calibrated years before present)), pine was more abundant than today with an additional species with large pollen grains now present at higher elevation. The abundance and diversity of ferns were higher. Non-pollen palynomorphs suggest moister (presence of Copepoda), and eu- to mesotrophic conditions at the base, followed by drier conditions (unidentified Amerospores, type 55A, Zygnemataceae, and *Pediastrum*), leading to the most recent mesotrophic-ombrotrophic environment characterized by *Pleospora*, type 82E, and the *Sphagnum palustre* seep. The inferred wet period at around 1000 cal. BP followed by drier and warmer climates is contemporaneous with the maximum development of the Sonoran and Chihuahuan desert archeological cultures.

Key words: climate change, Late Holocene, Mexico, non-pollen palynomorphs, palaeoecology, pollen.

INTRODUCCIÓN

El noroeste de México tiene una alta biodiversidad, reflejo de la transición entre los reinos Neotropical y Holártico, y de un fuerte gradiente altitudinal. Así, en el municipio de Yécora en el este de Sonora, por encima del matorral espinoso y la selva baja caducifolia, se suceden el pastizal templado, el bosque abierto de encino y el bosque de pino y encino. La flora, con cerca de 1700 taxa que crecen en 3300 km^2, es muy diversa, con elementos de afinidad templada, tropical y con los desiertos Sonorense y Chihuahuense (Van Devender y Reina G., 2005; Van Devender et al., 2005). Sin embargo, poco se conoce del efecto que tuvieron los cambios climáticos pasados en la diversidad de plantas y en la historia de la vegetación del norte de la

Sierra Madre. Trabajos previos no publicados (Ortega-Rosas, 2000, 2003) señalan la existencia de un registro de vegetación del Holoceno (los últimos 10,000 años) para la Ciénega de Camilo, en el municipio de Yécora. Presentamos aquí un estudio polínico de esta misma ciénega que muestra un registro paleoecológico que se remonta a hace mil años.

Algunos estudios previos aportan información sobre los paleoclimas del noroeste de México. Estos incluyen secuencias polínicas (Sirkin et al., 1994; Anderson y Van Devender, 1995; Ortega-Rosas, 2000, 2003; Lozano-García et al., 2002; Rhode, 2002), macrofósiles en depósitos de roedores (Van Devender et al., 1987; Van Devender, 1990a, 1990b), y secuencias de sedimento y diatomeas (Ortega-Ramírez et al., 1998; Ortega-Guerrero et al., 1999; Metcalfe et al., 2002), así como datos del suroeste de los Estados Unidos (Martin, 1963; Anderson y Shafer, 1991). Tales estudios sugieren que durante el Holoceno (últimos 11,000-10,000 años) la estacionalidad de las precipitaciones cambió drásticamente, ocasionando una mayor aridez y mayor calor al final de la primavera y en el inicio del verano, lo que culminó con el establecimiento del régimen climático moderno hace 4000 años, con el inicio del Holoceno reciente. Sin embargo, algunas investigaciones sugieren una aridez máxima en el Holoceno medio (Ortega-Ramírez et al., 1998; Ortega-Guerrero et al., 1999; Metcalfe et al., 2002), mientras para otros éste fue un período más húmedo (Martin, 1963; Van Devender et al., 1987; Van Devender, 1990a, 1990b; Ortega-Rosas, 2003).

También se registraron fluctuaciones de temperatura y humedad de menor magnitud en los últimos 2000 años, una de las cuales es un período más húmedo alrededor de 1000 BP (años de radiocarbono antes del presente, considerándose como presente el año 1950 de nuestra era) detectado por Van Devender (1987) y Van Devender et al. (1987). Estos cambios fueron concomitantes con el impacto humano (Sirkin et al., 1994; Sankey et al., 2001; Davis et al., 2002). Precisamente, este último período es de importancia clave en la historia de los habitantes pre-europeos de la región conocida como Aridamérica del norte de México. Existen evidencias arqueológicas que sugieren que hubo comercio con otras culturas después del año 1250 BP (1250 años antes del presente o año 700 de nuestra era según Álvarez-Palma, 1996). Sin embargo, alrededor de hace 1000 años, las interacciones ya fueron significativas. En Trincheras, en el centro-oeste de Sonora (Fig. 1), se practicaba la agricultura utilizando canales de irrigación entre los años 1150 y 850 BP, mientras que los primeros pueblos de la cultura del Río Sonora se registran en el año 875 BP. Por otra parte, en Casas Grandes en el noroeste de Chihuahua, hubo innovaciones considerables en las pautas de asentamiento, la arquitectura, decoración de cerá-

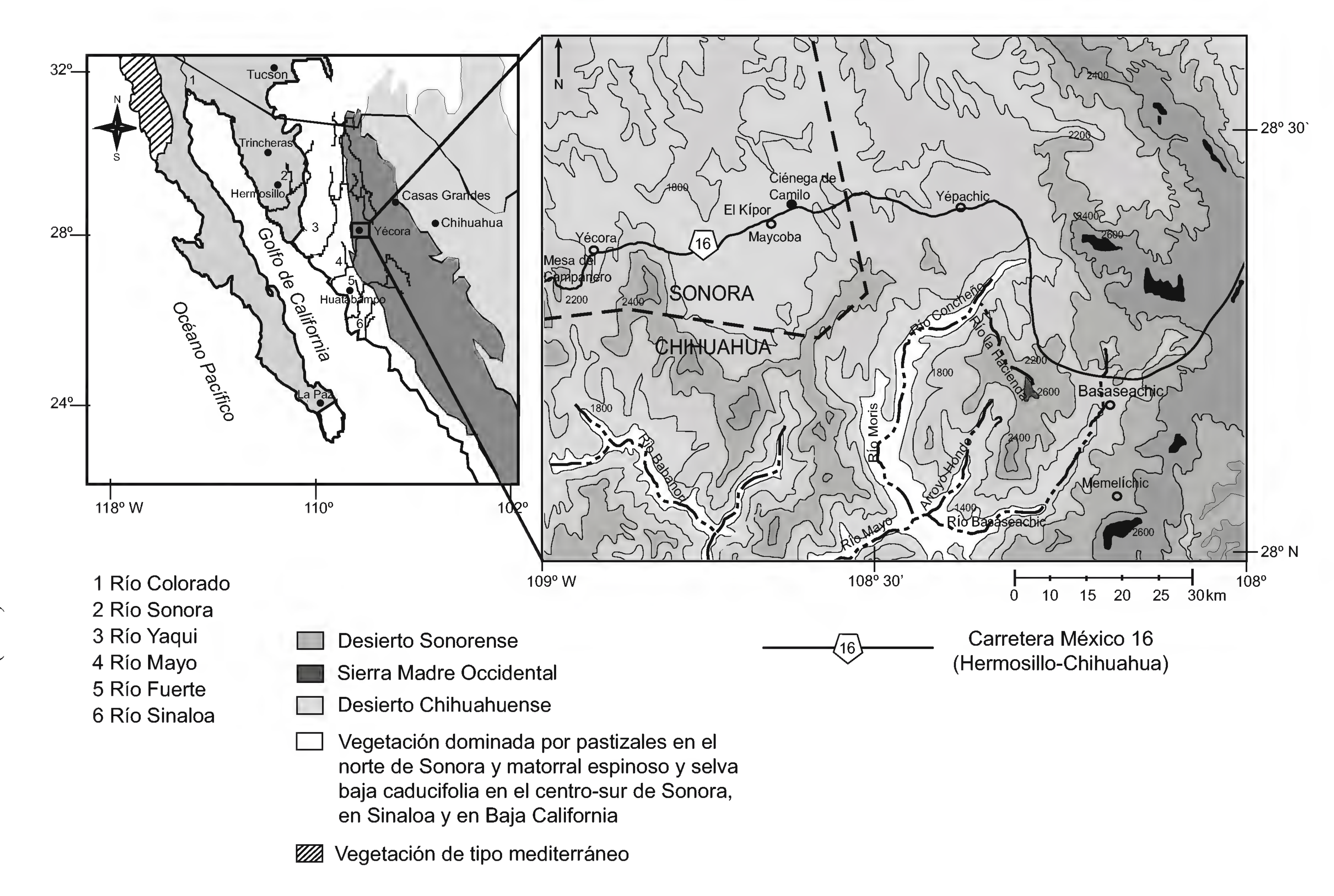


Fig. 1. Mapa del noroeste de México indicando la distribución de los desiertos Sonorense y Chihuahuense (gris claro) y la Sierra Madre Occidental (gris oscuro) y mapa topográfico más detallado de la región de estudio.

micas, etc., poco antes del año 890 BP (DiPeso, 1966; Álvarez-Palma, 1996). Los restos arqueológicos de la cultura Huatabampo de la costa sur de Sonora parecen confirmar este período húmedo: dichos asentamientos fueron abandonados hacia el año 950 BP debido a fuertes cambios en el lecho del río que causaron inundaciones en sus áreas de habitación. Los arqueólogos sugieren que hubo alteraciones en el régimen climático (Álvarez-Palma, 1996), pero no hay un registro paleoclimático disponible. Presentamos aquí un estudio de la historia de la vegetación y el clima en un sitio localizado en el bosque de pino y encino de la Sierra Madre Occidental, en el este de Sonora, a través del análisis del polen y los palinomorfos no polínicos (PNP) de una secuencia de sedimento fechada en 870 ±70 y 1058 ±60 cal. BP.

ÁREA DE ESTUDIO

La Sierra Madre Occidental es una de las principales provincias fisiográficas de México. Se trata de una gran formación de varios kilómetros de espesor, originada en el Oligoceno-Mioceno (Swanson y Walk, 1988; Cochemé y Demant, 1991; Roldán y Clark, 1992) que se desarrolla a lo largo de la costa occidental pacífica mexicana y separa los desiertos de Sonora y Chihuahua (Fig. 1). Las mayores elevaciones entre 27 y 30° de latitud norte alcanzan 2700 m. La precipitación anual en la localidad de Yécora, localizada a 1500 m de altitud en el este de Sonora, en promedio de 913 mm, siendo predominantes las lluvias de verano, la temperatura media anual es de 14.4 ºC (Búrquez et al., 1992). El sitio de estudio de la Ciénega de Camilo se localiza en el bosque de pino y encino entre Yécora y la frontera con el estado de Chihuahua (28º25'34" N, 108º34'09" W, 1550 m s.n.m.; Van Devender et al., 2003), 8.5 km al oeste de la frontera interestatal sobre la carretera 16 (Figs. 1 y 2). Es un área pantanosa cubierta de *Sphagnum palustre* (Fig. 3) de 1700 m^2 de superficie y 110 m de largo, ligeramente escalonada, con una pendiente media de 13° (Ortega-Rosas, 2000), originada por una falla en el terreno, sobre rocas terciarias, y alimentada por una fuente permanente de agua ácida con pH 4.2 (Van Devender et al., 2003). Este hábitat es la única localización conocida de *Sphagnum palustre* en el noroeste de México. El sitio está rodeado por un bosque denso y diverso de pino y encino, con cuatro especies de pinos (*Pinus engelmannii*, *P. yecorensis*, *P. chihuahuana*, y *P. herrerae*) y siete de encinos (*Quercus arizonica*, *Q. chihuahuensis*, *Q. coccolobifolia*, *Q. durifolia*, *Q. hypoleucoides*, *Q. oblongifolia* y *Q. toumeyi*), y ocasionalmente con táscate (*Juniperus deppeana*) y madroño (*Arbutus xalapensis*) (Van Devender et al., 2003). En el sitio y a lo largo del arroyo que corre por el fon-

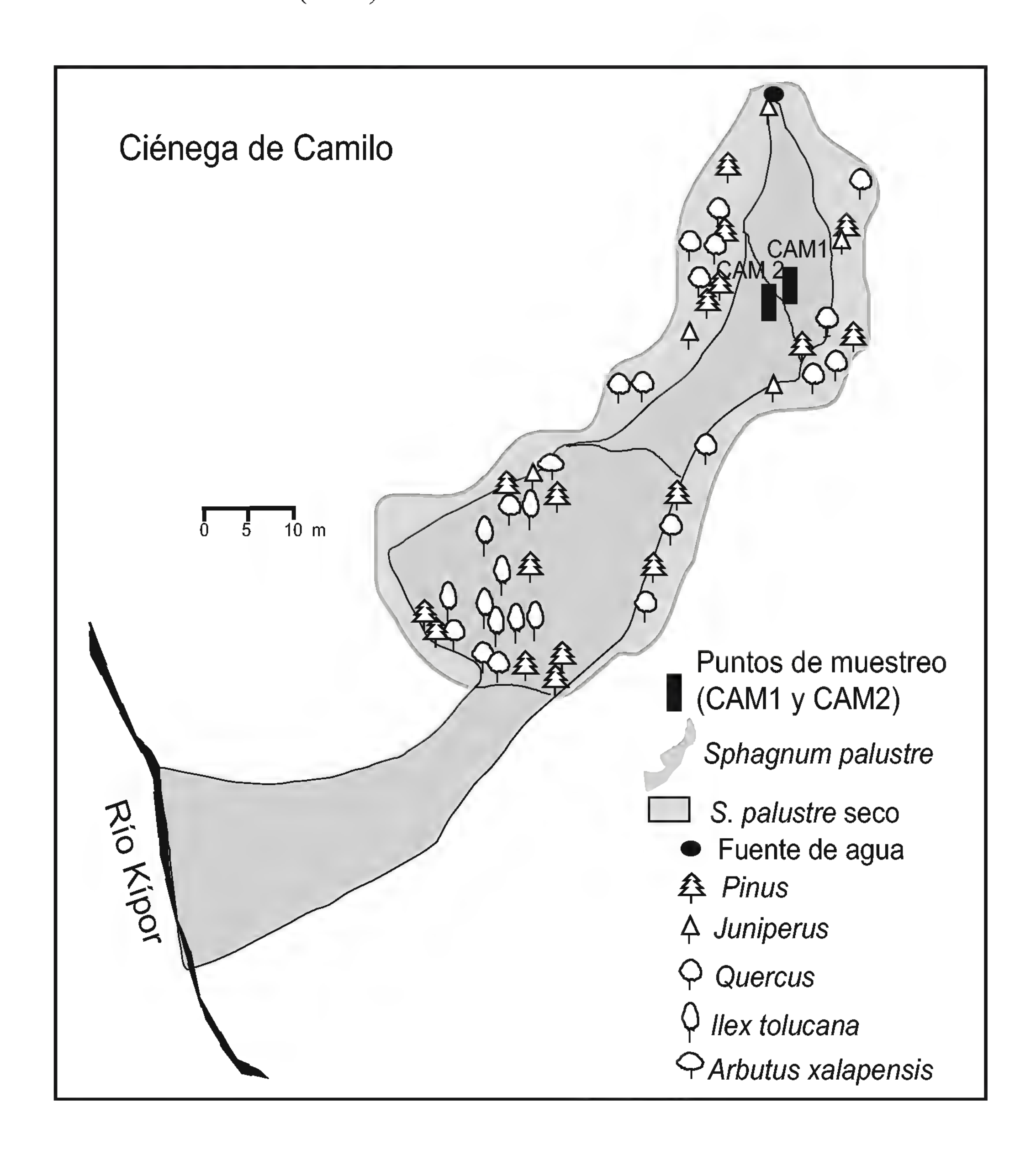


Fig. 2. Plano de la Ciénega de Camilo con indicación de la vegetación arbórea que crece en su interior y de la localización de los puntos de muestreo.

do del cañón aguas abajo, se desarrollan árboles riparios como *Alnus oblongifolia*, *Cupressus arizonica*, *llex tolucana*, *Prunus gentryi* y *Juniperus mucronata*. En la ciénega también crecen algunas especies de Poaceae (*Agrostis scabra*, *Andropogon glomeratus*, *Panicum acuminatum*) y Cyperaceae (*Carex turbinata*, *Cyperus* spp., *Eleocharis* spp., *Juncus* spp. y *Rhynchospora* sp.). Las pteridofitas incluyen a *Polypodium polypodioides*, *Selaginella rupicola*, *S. novoleonensis*, y ocasionalmente *Athyrium filix-femina* y *Plagiogyria pectinata*.

MÉTODOS

Se obtuvieron dos núcleos de sedimento, CAM1 y CAM2 (Fig. 2), con un nucleador de tipo Livingstone (Wright, 1991) en uno de los "escalones" de la turbera, a



Fig. 3. Ciénega de Camilo, municipio de Yécora, Sonora. Fotografía de Carmen I. Ortega-Rosas.

25 m de distancia por debajo de la fuente de agua, distanciados 2 m uno de otro. Se tomaron muestras de 1 cm^3 de sedimento y se trataron en laboratorio siguiendo métodos clásicos (Faegri et al., 1989): filtrado con tamiz de 500μ, HCl, NaOH, HF en caliente, filtrado con malla de 7μ y acetólisis. Se añadieron pastillas de *Lycopodium clavatum* (batch 124961) para calcular la concentración polínica. Los porcentajes de polen y palinomorfos no polínicos (algas, hongos, bacterias y zooplancton) se refieren a la suma polínica total de cada nivel, y los porcentajes de esporas de helechos, a la suma total de polen y esporas. Se definieron tipos polínicos de *Pinus* según el tamaño del grano. Los palinomorfos no polínicos se indican con los nombres científicos correspondientes cuando se identifican como tales, o bien se presentan como tipos que en ocasiones pueden relacionarse con estructuras identificadas, o bien son incertae sedis. Los diagramas se graficaron con el programa Gpalwin (Goeury, 1997), el análisis de componentes principales de los datos polínicos se obtuvo con el programa PC-ORD 3.15; excluyéndose en este análisis los de palinomorfos no polínicos. La zonación de los diagramas de estos últimos se basa en las variaciones

cualitativas de los taxones con mayores frecuencias y de los más representativos desde el punto de vista ecológico. Las dos dataciones radiométricas se obtuvieron en el laboratorio Beta Analytic Inc., en Florida, Estados Unidos, por el método radiométrico convencional y fueron calibradas con el programa CALIB 5.0.1 (Stuiver y Reimer, 1993); se presentan como edades calibradas antes del presente (cal. BP).

RESULTADOS

Estratigrafía y cronología

Los dos núcleos (CAM1 y CAM2) muestran arcillas orgánicas de color gris oscuro, fragmentos de *Sphagnum palustre* en descomposición en los niveles superiores (Figs. 4 y 5), y plantas vivas de *Sphagnum palustre* en la superficie del sitio. Adicionalmente, el núcleo CAM1 presenta en la base arcillas orgánicas de color gris claro que no se observan en CAM2. El Cuadro 1 indica las edades de radiocarbono obtenidas, con sus intervalos de edad y las fechas calibradas equivalentes antes del presente y después de Cristo. La base del núcleo CAM1 (67 a 54 cm de profundidad) fue fechada en 870 ±80 cal. BP. Sedimentos suprayacentes del mismo núcleo (43 a 30 cm de profundidad) dieron una edad de 1058 ±60 cal. BP. Las dos fechas son muy próximas teniendo en cuenta sus márgenes de error, pero se observa una ligera inversión que sugiere la existencia de una perturbación en la sedimentación, probablemente ligada a un deslizamiento de sedimentos. Por esta razón no se considera que el registro cubre los últimos mil años (hecho que se podría definir con un estudio muy minucioso de radiocarbono de los 30 cm superiores, lo que está fuera del objetivo de nuestro trabajo). Sin embargo, el intervalo entre 67 y 30 cm sí es representativo del período de alrededor de hace 1000 años que indican las dos dataciones, de la misma manera que el intervalo superior indica condiciones estratigráficas diferentes tanto en el tipo de sedimento como en el contenido de microfósiles.

Análisis polínico

Las figuras 4 y 5 ilustran los resultados de los análisis polínicos de los dos núcleos. Puede observarse la disminución de las frecuencias polínicas de *Pinus* y de Pteridophyta (estas últimas más variables) hacia la parte superior de las secuencias, y un ligero incremento de las de *Quercus* y Cupressaceae. La Fig. 6 muestra la definición y correlación de zonas polínicas por el análisis de componentes principales

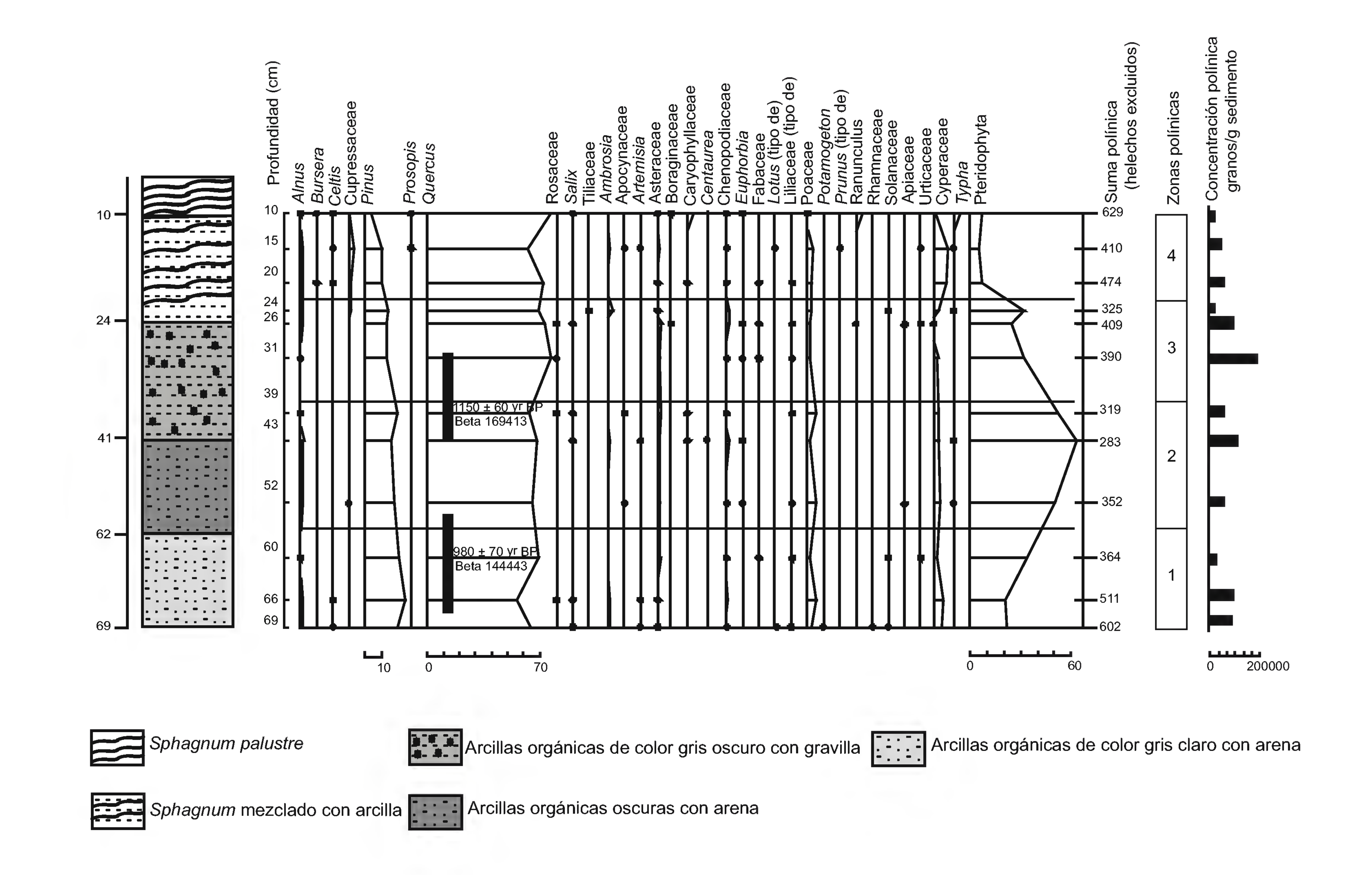


Fig. 4. Diagrama polínico de porcentajes del sitio CAM1 de la Ciénega de Camilo. Los puntos negros representan porcentajes inferiores a 1.

Fig. 5. Diagrama polínico de porcentajes del sitio CAM2 de la Ciénega de Camilo. Los círculos negros representan porcentajes inferiores a 1.

Cuadro 1. Fechas de radiocarbono, intervalos de edad y fechas calibradas equivalentes antes del presente (BP) y después de Cristo (AD). La calibración fue hecha con el programa CALIB 5.0.1 (Stuiver y Reimer, 1993).

CAM1 (profundidad cm)	Número de laboratorio	Fecha (años ^{14}C BP)	Intervalo con dos sigmas (años cal AD)	Probabilidad	Fecha calibrada (años AD)	Fecha calibrada (años BP)
30 - 43 cm	Beta 169413	1150 ± 60	768 - 1015	0.96	891.5	1058.5
54 - 67 cm	Beta 144443	980 ± 70	946 - 1214	0.97	1080	870

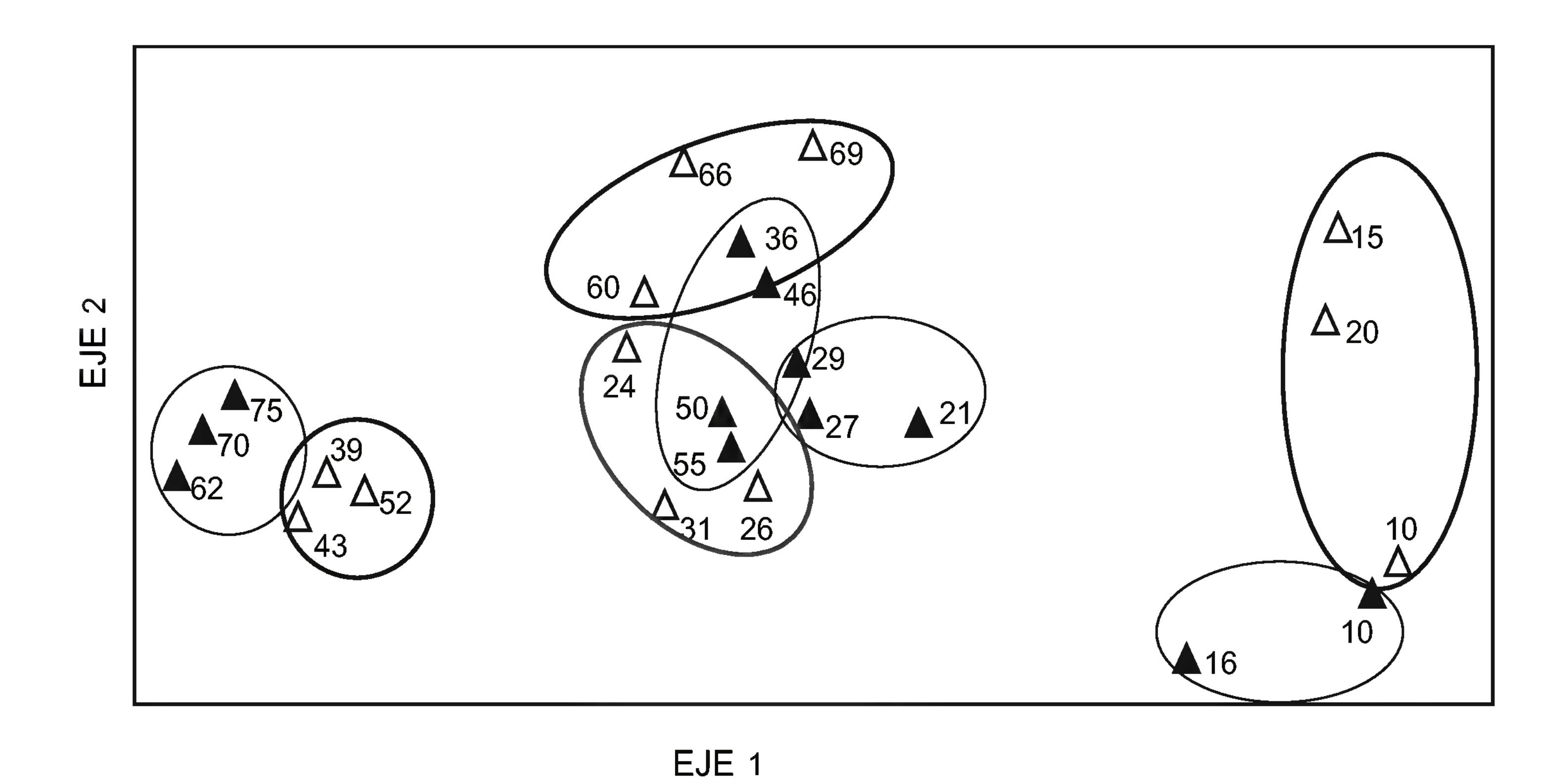


Fig. 6. Diagrama del análisis de componentes principales (ACP) de las muestras polínicas de CAM1 y CAM2. CAM1 = ∆ y CAM2 = ▲. Los números indican la profundidad en cm. El eje 1 explica 82% de la varianza total y el eje 2, 14%.

(ACP, únicamente basado en los granos de polen). El primer componente está correlacionado positivamente con Pteridophyta y *Pinus*, y negativamente con *Quercus* y Cupressaceae. El segundo está dominado por valores fuertemente positivos de Poaceae, Cyperaceae, *Pinus* y Chenopodiaceae, así como valores intensamente negativos para *Quercus*, Pteridophyta, *Alnus* y Cupressaceae. Los dos primeros componentes explican 96.5% de la varianza total.

Se definieron y correlacionaron mediante el ACP cuatro zonas polínicas para CAM1 y cuatro para CAM2 (Fig. 6, Cuadro 2). En la primera (CAM1-1), *Quercus* (70% de la suma polínica) es el taxon dominante. El polen de *Pinus* alcanza las mayores frecuencias de la secuencia (25%), lo que sugiere la mayor abundancia (y/o mayor producción polínica) de árboles de pino dentro del bosque de pino y encino. Las zonas CAM1-2 y CAM2-1 se caracterizan por los altos porcentajes de polen de *Quercus* (70%), un ligero descenso de los de *Pinus* (ca. 20%), aumento de frecuencias de esporas de Pteridophyta (hasta 64%), y ≥10% *Alnus* (probablemente *A. oblongifolia*). Los Pteridophyta corresponden mayormente a esporas monoletes desprovistas de perisporio, que probablemente incluyen las familias Aspleniaceae, Dryopteridaceae y Polypodiaceae. *Asplenium palmeri, Athyrium filix-femina* y *Polypodium polypodioides* están presentes en el sitio en la actualidad (Van Devender et al., 2003). Las altas frecuencias polínicas de las esporas son indicativas de poblaciones mayores que las actuales.

Las zonas CAM1-3, CAM2-2 y CAM2-3 muestran un descenso de las frecuencias de Pteridophyta a 30% y de *Pinus* a 12-16%. *Quercus* alcanza un máximo de 77% y permanece dominante. Son notables Poaceae y Cyperaceae (≤5%), particularmente en CAM2, donde probablemente sus altos porcentajes están ligados a la disminución de los valores de *Quercus*. Las zonas superiores CAM1-4 y CAM2-4 muestran valores altos de *Quercus* (80%), de nuevo una disminución de *Pinus* (5%) y Pteridophyta (hasta casi desaparecer), así como un aumento del polen de Cupressaceae (≤10%), Cyperaceae (≤10%) y *Typha*. La presencia de poblaciones incipientes de *Typha* se confirma por las ascosporas del tipo 206 (ver palinomorfos no polínicos, Figs. 7 y 8).

Análisis de palinomorfos no polínicos (PNP)

Los palinomorfos no polínicos (Figs. 7 y 8, Fig. 9) son raros en la base de las secuencias (zonas de PNP 1 y 2), probablemente debido a la naturaleza arcillosa del sedimento que puede haber limitado su conservación. Sin embargo, la observación de espermatóforos de copépodos (tipo 28; 2%) indica la presencia, aun cuando temporal, de aguas abiertas (Van Geel, 1978) durante la zona 1, lo que sugiere que la humedad edáfica fue mayor hace alrededor de 1000 BP en el inicio de la sedimentación, que en los demás períodos. Entre otros PNP se incluyen amerosporas indiferenciadas de hongos, *Spirogyra* (tipo 130), esporas de musgos, el tipo 55A (esporas de Sordariaceae), y ocasionalmente *Zygnema* (tipo 314). Este conjunto indica un período relativamente seco y aguas estancadas eu- a mesotróficas.

Cuadro 2. Correspondencia entre las zonas polínicas de los núcleos CAM 1 y CAM 2 de la Ciénega de Camilo.

Zonas polínicas CAM1	Zonas polínicas CAM2
4	4
3	3
	2
2	1
1	-

Los PNP son abundantes y más diversos en los niveles superiores con *Sphagnum* (zonas 3 y 4). En la 3, las amerosporas indiferenciadas, *Pediastrum* (tipo 900) y las cianobacterias *Anabaena* y *Aphanizomenon* alcanzan sus valores máximos que indican una intensificación del período árido, una máxima concentración de nutrientes en el medio ambiente acuático mesotrófico, y posiblemente la presencia de ganado o agricultura. *Pleospora* (tipo 3B) y el tipo 82E reflejan un clima árido y condiciones ombrotróficas en el sitio (sedimento depositado únicamente por el efecto del agua de lluvia).

La zona 4 de PNP se caracteriza por los mismos tipos dominantes de la zona 3, pero con menores frecuencias, y porque el tipo 55A y *Anabaena* desaparecen del registro. Sin embargo, se observa un incremento en las frecuencias de los tipos 14C, 22A, 126, y se registran las primeras apariciones de los tipos 72D, 88A, 93, 332E, 425, el tipo 36 (Acari, Oribatei) y *Cosmarium* cf. *controversum*. El registro de ácaros es indicador de cambios florísticos y podría relacionarse en el polen con el aumento de Cupressaceae y *Alnus*, así como la disminución de *Pinus* y Pteridophyta. También están presentes las amerosporas indiferenciadas de hongos, *Anabaena*, *Pediastrum*, *Spirogyra*, *Aphanizomenon gracile*, y conidios de *Sporidesmium* sp. Estos conjuntos sugieren de nuevo un ambiente mesotrófico ombrotrófico, probablemente algo más húmedo que el de los niveles subyacentes. Lo anterior concuerda con el aumento de esporas del tipo 3B (*Pleospora*) y de *Sphagnum*, un género de musgos típico de humedales ombrogénicos.

Para CAM2, las zonas polínicas y de PNP coinciden, pero no es así para CAM1, posiblemente porque los cambios en el contenido polínico del sedimento están más relacionados con la vegetación regional, mientras que los cambios en PNP reflejan condiciones locales en el sitio.

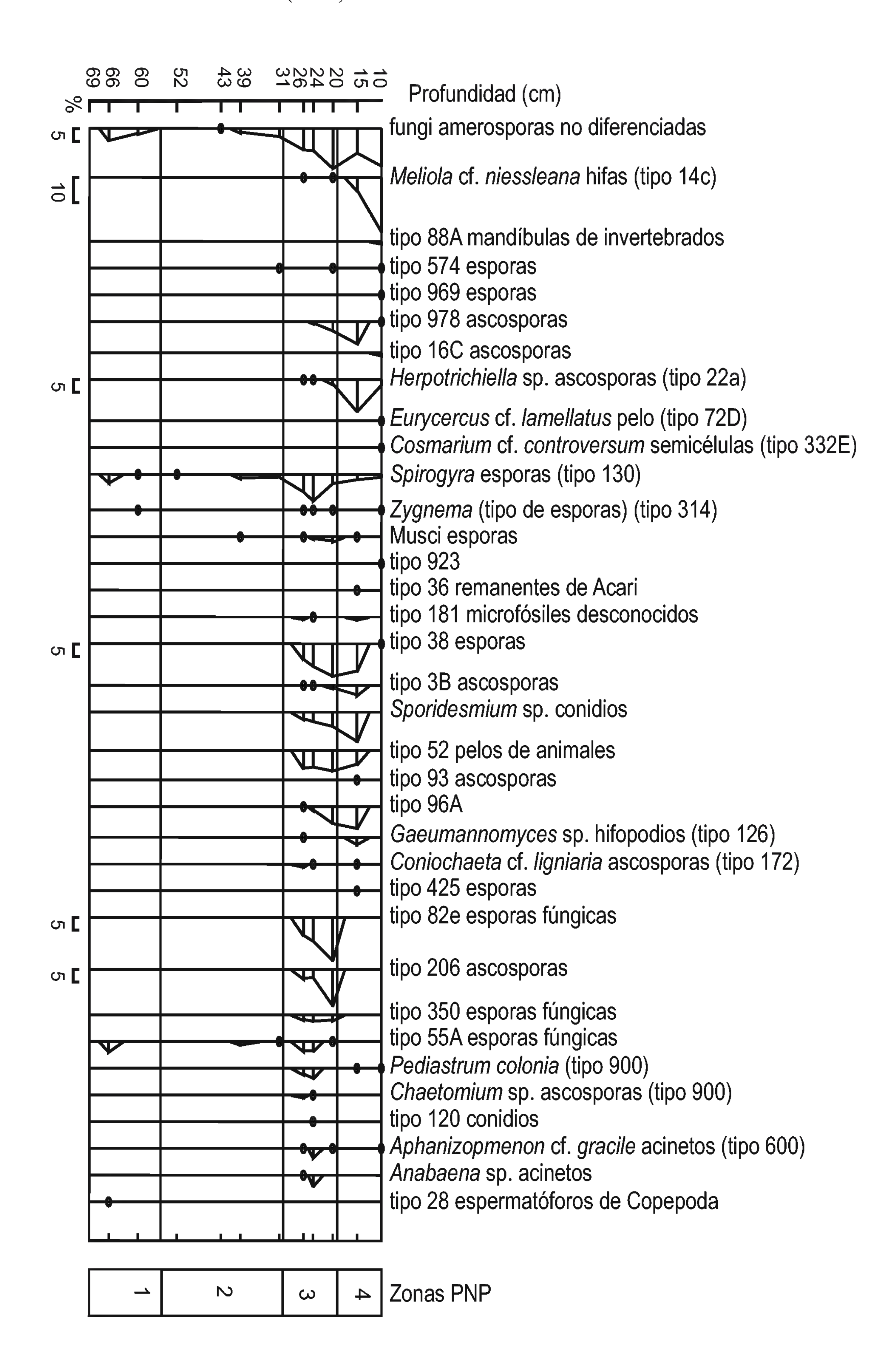


Fig. 7. Diagrama de porcentajes de palinomorfos no polínicos (PNP) del sitio CAM1 de la Ciénega de Camilo. Los óvalos representan porcentajes inferiores a 1.

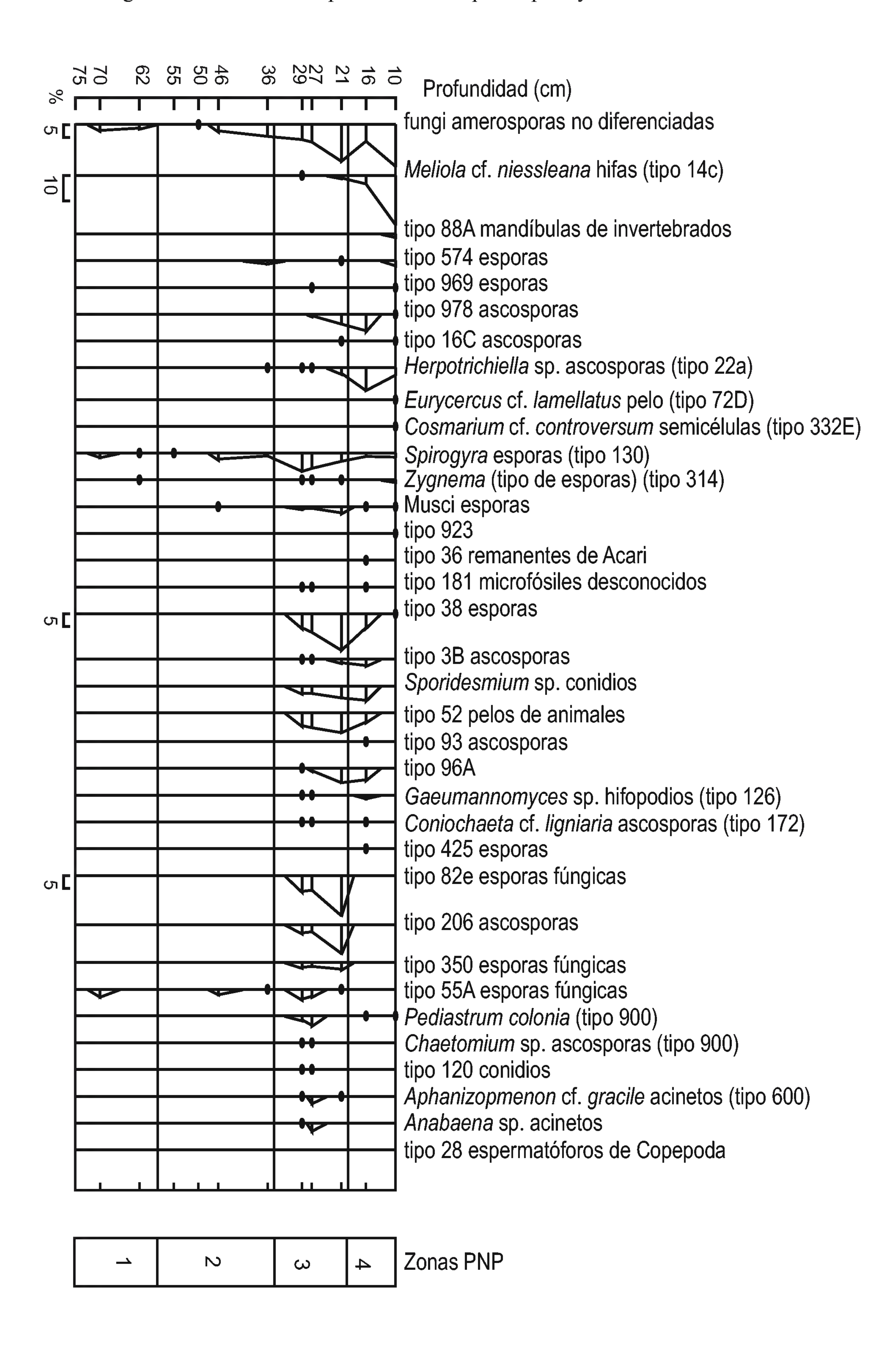


Fig. 8. Diagrama de porcentajes de palinomorfos no polínicos (PNP) del sitio CAM2 de la Ciénega de Camilo. Los óvalos negros representan porcentajes inferiores a 1.

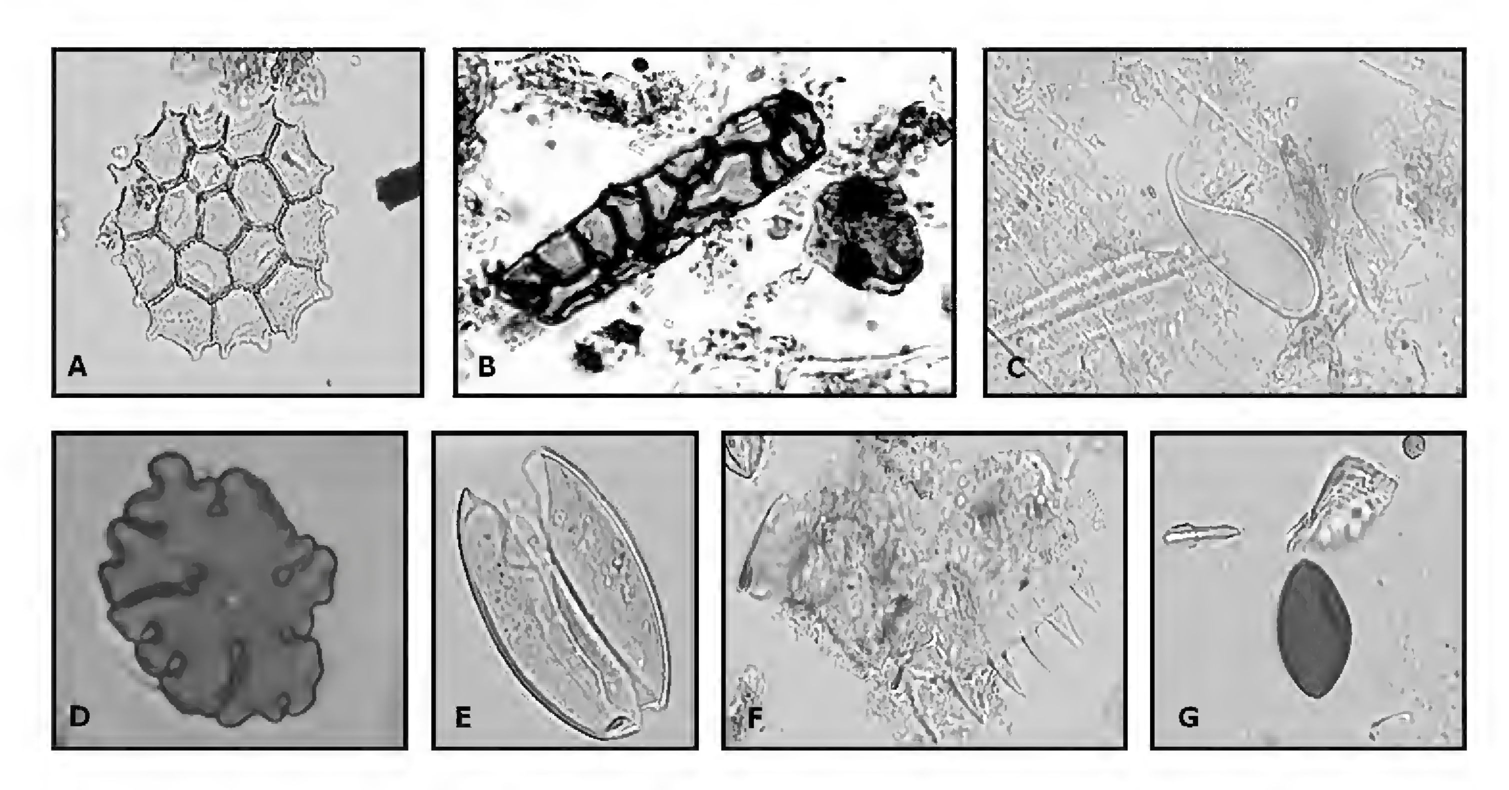


Fig. 9. Ejemplos de algunos palinomorfos no polínicos. A: *Pediastrum*, B: *Pleospora*, C: tipo 28, D: tipo 126, E: *Spirogyra*, F: tipo 72D, G: tipo 55A. Fotografías de J. Antonio López-Sáez.

DISCUSIÓN

Estratigrafía y cronología

La ligera inversión de las fechas obtenidas en el núcleo CAM1 (870 ±80 cal. BP y 1058 ±60 cal. BP, Fig. 3) puede interpretarse de dos maneras que apuntan hacia una misma causa. En primer lugar, teniendo en cuenta los márgenes de error de las dos fechas, la diferencia entre las edades es de 48 años, cantidad estadísticamente poco significativa. Puede entenderse que todo el sedimento comprendido entre la base y el nivel de 30 cm fue depositado alrededor de hace 1000 años, indicando una tasa de sedimentación relativamente elevada si la comparamos con la profundidad total de la secuencia y su edad. Sólo la existencia de un clima húmedo permitiría tal sedimentación.

La segunda interpretación considera que existe una inversión real, y que los niveles comprendidos entre 43 y 30 cm (1058 ±60 cal. BP) son ligeramente más antiguos que la base, originalmente depositados en un lugar superior de la ciénega, más próximo a la fuente de agua, y que sufrieron un deslizamiento y se redepositaron sobre los niveles de CAM1 fechados en 870 ±80 cal. BP. Este deslizamiento también sólo pudo darse bajo la existencia de un clima húmedo.

La estratigrafía polínica descrita más arriba no detecta cambios importantes atribuibles a esta última causa; sin embargo, en el análisis microscópico se observó una mayor degradación de los granos de polen en los niveles comprendidos entre 43 y 30 cm, calculándose de 35 a 38% de microsporas deterioradas de *Quercus* (taxon dominante en toda la secuencia) frente a 8 a 20% observados en el resto de la columna. Por otra parte, en estos niveles se aprecia la presencia de gravilla, que sugiere la influencia de una erosión. La degradación del polen y la presencia de gravilla son argumentos a favor de la hipótesis de un deslizamiento.

Los niveles entre los 30 cm de profundidad y la superficie son litológicamente diferentes, dominando en ellos el esfagno (acumulación de restos de *Sphagnum*). Representan una época más reciente y denotan, a través de los PNP, condiciones de mayor aridez en el período posterior a 1000 BP.

Cambios ambientales bióticos

Las frecuencias polínicas de *Pinus* y *Quercus* en CAM1 y CAM2 se compararon con las de muestras de lluvia polínica actual de la región (Ortiz-Acosta, 2003; Ortega-Rosas, 2003). En el bosque de pino y encino los valores porcentuales de polen de *Quercus* son elevados y los de *Pinus* pueden alcanzar 30 % en lugares en que la densidad de pinos es mayor, pero son inferiores, como en nuestro caso, cuando los pinos son menos abundantes, pues así como los pinos son buenos productores polínicos, también los encinos lo son. Factores como la orientación sur de una ladera son a menudo determinantes de la baja proporción de polen de pinos. En consecuencia, la comparación sugiere que hace 1000 años el sitio estuvo cubierto por una vegetación de bosque de pino y encino. Sin embargo, el polen y los PNP registraron cambios significativos en su composición del bosque. Éstos se reflejaron en una disminución progresiva de la relación *Pinus/Quercus* y una cada vez menor abundancia y diversidad de esporas de helechos hacia los niveles más recientes (Figs. 4 y 5). Dado que las frecuencias polínicas de *Pinus*, así como la precipitación, aumentan con la altitud en la región (Ortiz-Acosta, 2003; Ortega-Rosas, 2003), ello podría reflejar ambientes más húmedos y/o más fríos hace aproximadamente 1000 años.

El análisis morfológico de los granos de polen de *Pinus* muestra que hubo un cambio en las especies de pinos que poblaron la región. En la vegetación actual, *Pinus chihuahuana, P. engelmannii, P. herrerae* y *P. yecorensis* crecen en los alrededores del sitio. Hace aproximadamente 1000 años BP, la(s) especie(s) dominante era otra, cuyos granos de polen son de tamaño mayor (Fig. 10). Es posible que dicho árbol dominante corresponda a *Pinus strobiformis* de microspora más grande y que

actualmente crece a mayor altitud y en ambientes más húmedos y más fríos en la Mesa del Campanero, al oeste de Yécora. En cambio, la reducción de porcentajes de esporas de helechos y el aumento de los de polen de Cyperaceae y Poaceae observados en el sitio CAM2, zona 2, ocasionaron una disminución relativa en la contribución polínica de *Quercus*. También se registra un ligero aumento de amerosporas, por lo que el conjunto de estos cambios puede indicar un clima más árido.

El bosque y la ciénega experimentaron recientemente un cambio que viene dado por la disminución y desaparición final de los pinos con granos de polen grandes que ocurre al final de la zona 3 (CAM1-26 cm, Fig. 10) y por cambios en los PNP que se vuelven más abundantes y diversos de ahí en adelante (cambio de la zona 2 a la zona 3 de PNP, Figs. 7 y 8). Tanto amerosporas como Zygnemataceae, el tipo 55A y *Pediastrum* sugieren una creciente aridez local. Es más, *Pleospora* y el tipo 82e indican un medio ombrotrófico (Van Geel, 1978) que precede al establecimiento de *Sphagnum* (Figs. 4 y 5). La aparición de este último se debe probablemente a una dispersión y germinación exitosa de sus esporas en un sustrato favorable de un nuevo lugar de la ciénega. Sabemos, por el estudio de otro núcleo de sedimento de la misma ciénega, que *Sphagnum* está presente en la ciénega desde hace al menos 6000 BP (Ortega-Rosas, 2003).

Los PNP sugieren que en todo el período cubierto por el registro existieron la fuente de agua y el curso de agua permanente, aunque variaron tanto la superficie del espejo de agua como el área de ciénega. Hace 1000 años, el área de la terraza de la ciénega donde se localizaron los dos sitios cenagosos de sondeo que hoy son emergentes, estuvo cubierta de agua.

Desde un punto de vista trófico, los PNP sugieren que los sitios CAM1 y CAM2 eran eu- a mesotróficos en las fases más antiguas, con aguas abiertas y estancadas, y mesotróficos a ombrotróficos en las fases más recientes (zonas 3 y 4). De este modo, la ciénega siguió un proceso de desarrollo similar al de las turberas de latitudes más elevadas (Mitsch y Gosselink, 2000), incluyendo un progresivo aislamiento hidrológico del flujo de agua subterránea, siendo inicialmente minerotrófica-mesotrófica, alimentada por el agua del subsuelo y la escorrentía superficial, y finalmente en algunos lugares ombrotrófica, alimentada por la precipitación.

Cambios ambientales abióticos

La sedimentación inició alrededor de 1000 cal. BP en el sitio de sondeo CAM1, lo que implica que en ese momento sucedió un cambio climático favorable al desarrollo y acumulación de arcillas basales que dieron lugar posteriormente al establecimiento de la ciénega.

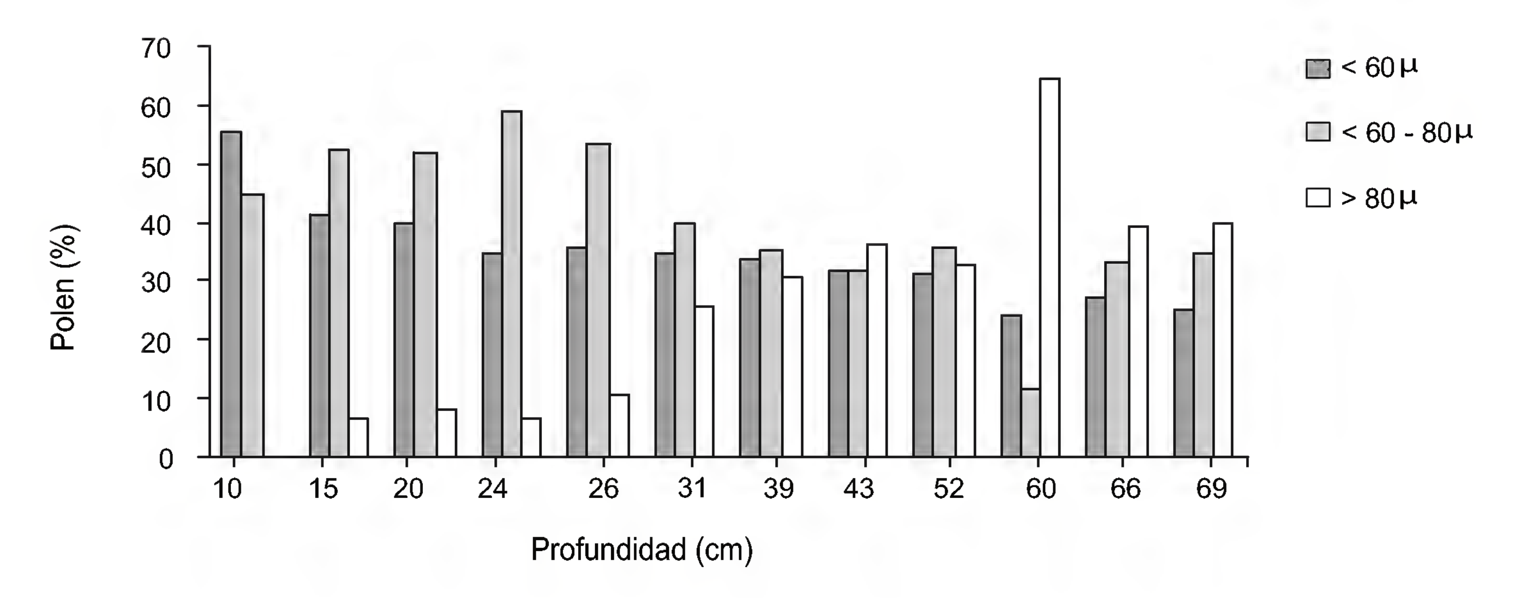


Fig. 10. Tamaño de los granos de polen de *Pinus* en CAM1. Los porcentajes están referidos al total de polen de *Pinus*.

En lugares cálidos, el desarrollo de ciénegas depende de la persistencia de un ambiente húmedo durante todo el año (Mitsch y Gosselink, 2000). Actualmente, la falta del agua es un factor limitante en abril y mayo por la escasa precipitación; en verano, los intensos aguaceros monzónicos pueden compensar la evapotranspiración moderada del bosque. Hace 1000 años, las lluvias de primavera, y probablemente también las de verano, debieron ser mayores que las de las épocas anteriores, lo que permitió que prevaleciera una humedad más continua a lo largo de todo el año, que a su vez favoreció el inicio del desarrollo de la sedimentación en esta zona de la turbera. El clima relativamente húmedo persistió un tiempo, ya que la ciénega se amplió, iniciándose la sedimentación en el sitio CAM2. Las zonas polínicas CAM1-2 y CAM2-1 reflejan aún la existencia de un ambiente húmedo (*Pinus*, Pteridophyta), pero los PNP indican que se trata de un período relativamente seco, ya que se encuentran amerosporas sin identificar (López-Sáez et al., 2002), es decir, el clima fue probablemente algo menos húmedo que en la zona CAM1-1.

Antropización

No se han encontrado evidencias directas de disturbio humano, como pudiera ser el polen del maíz. La familia Cupressaceae se ha relacionado en algunos casos con la sucesión secundaria y la acción antrópica (Rzedowski, 1981, p. 311; Rousset y Lepart, 1999), y los valores altos de Cupressaceae de los niveles más recientes (zona polínica 4) podrían corresponder a la disminución de la producción polínica de pino, en el sentido de que un clareo del bosque de pino y encino puede haber estado seguido de la expansión de *Juniperus deppeana*. Pero el polen de Cupressaceae

también podría corresponder al de otras dos especies que crecen en el sitio actualmente: *Juniperus mucronata* y *Cupressus arizonica*, ambos árboles riparios, cuyo incremento cabría relacionar más con un cambio climático a mayor humedad más que un cambio de carácter antrópico.

En los niveles más recientes de la secuencia de PNP, las cianobacterias *Aphanizomenon* cf. *gracile* y *Anabaena* que están relacionadas con altos niveles de nitrógeno asociados a presencia de ganado o agricultura (Van Geel et al., 1994, 1996), así como el tipo 55A (Sordariaceae), constituyen indicadores antrópicos. Tanto los indios Pimas como posiblemente otros grupos indígenas han habitado la región por cientos o miles de años, y aunque su impacto en la vegetación fue inicialmente débil, seguramente llegó a ser más fuerte después del establecimiento de la misión jesuita cercana de Maycoba, en el siglo XVII (Beaumont Pfeifer y Duarte Rodríguez, 2001). Más recientemente, la acción humana ha tenido un impacto mucho mayor en los bosques de pino y encino del área de Yécora-Maycoba. Desde 1963, los pinos han sido talados para obtener madera (Ortiz-Garay, 1995), y la extracción de encinos comenzó en 1997, el mismo año en que se muestreó el núcleo de sedimento de la ciénega de Camilo; estos últimos cambios por tanto no se registraron en nuestros sedimentos.

CONCLUSIONES

El inicio de la sedimentación en CAM1 data de alrededor de 1000 cal. BP. Un cambio a condiciones climáticas más húmedas en ese momento fue necesario para dar inicio a la acumulación de material orgánico en ese punto de la ciénega. Es posible que las temperaturas fueran también inferiores, disminuyendo las pérdidas de agua por evaporación. La comparación con el clima actual de la región sugiere que las primaveras y posiblemente también los veranos debieron haber sido más húmedos. Lo anterior concuerda con la apreciación de Van Devender (1987) sobre un intervalo húmedo en el Holoceno final, alrededor de 980 y 990 BP con considerable lluvia en ambas estaciones, la fría y la cálida.

Como resultado de ello, los pinos fueron más abundantes que en la actualidad en el bosque de pino y encino que rodeaba la Ciénega de Camilo. Estaban presentes cerca del sitio otras especies, que posiblemente incluyeron a *Pinus strobiformis,* que actualmente crece a mayor elevación, en hábitats más húmedos. El sotobosque herbáceo y la vegetación de la ciénega incluían principalmente a Poaceae, Cyperaceae y Pteridophyta, como hoy; este último grupo, que hoy día es ocasional aunque

integrado por seis familias (Van Devender et al., 2003), fue más abundante en el pasado. El lapso húmedo alrededor de 1000 BP corresponde al período arqueológico de desarrollo de los asentamientos de las culturas de Sonora y Chihuahua. Por el contrario, es interesante observar que en el sureste del país esta epoca corresponde a la denominada "sequía maya" del final del periodo Clásico. En efecto, el antagonismo entre las tendencias climáticas del noroeste y sureste del país ha sido puesto en evidencia no sólo en el clima actual, sino también en estudios paleoclimáticos en los registros del final del Pleistoceno y del Holoceno (Metcalfe et al., 2000).

Los niveles suprayacentes a los fechados registran condiciones más áridas definidas por la disminución del polen de pino y cambios en los PNP (amerosporas, Zygnemataceae, tipo 55A y *Pediastrum*), que también muestran la evolución del sitio de condiciones eutróficas-mesotróficas a ombrotróficas (*Pleospora*, tipo 82E y *Sphagnum*). A pesar de estar localizada en el límite sur de la distribución de las turberas de *Sphagnum*, la Ciénega de Camilo parece haber seguido los mismos procesos de desarrollo que las caracterizan en latitudes de clima templado y boreales.

En el nivel más reciente, los palinomorfos no polínicos sugieren condiciones ligeramente más húmedas, aunque el polen -a excepción de la presencia de *Typha*- no lo refleja particularmente. Quizá tal relativa humedad es la que ha favorecido la conservación de este hábitat de ciénega tan particular para la región.

AGRADECIMIENTOS

La Dirección de Intercambio Académico y la Coordinación de la Investigación Científica, ambas pertenecientes a la Universidad Nacional Autónoma de México, y la fundación "María Bueno" proveyeron de fondos y becas a los autores Carmen Isela Ortega-Rosas y José Antonio López-Sáez. El trabajo de campo fue financiado por el Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México, al que pertenecía la autora María Cristina Peñalba. Alfonso Valiente revisó una versión previa del manuscrito. La extracción polínica se llevó a cabo en el laboratorio de química del Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Estación Regional Noroeste. Diego Pérez supervisó el ACP. Un agradecimiento especial se debe a Luis Coyote, jefe de la comunidad Pima de El Kípor, Sonora, por su ayuda en el campo. Gracias también a Don Néstor Aguilar y su esposa Doña Rosalía por permitirnos el acceso a la ciénega. Lizeth Larios, Martín Ortiz, Francisco Paz y Ana Lilia Reina colaboraron en el trabajo de campo y laboratorio.

LITERATURA CITADA

Álvarez-Palma, A. M. 1996. Sociedades Agrícolas. Historia General de Sonora. Período prehistórico y prehispánico. Tomo I. Gobierno del Estado de Sonora. Hermosillo, México. pp. 197-231.

Anderson, R. S. y D. S. Shafer. 1991. Holocene biogeography of spruce-fir forests in southeastern Arizona. Implications for the endangered Mt. Graham red squirrel. Madroño 38: 287-295.

Anderson, R. S. y T. R. Van Devender. 1995. Vegetation history and paleoclimates of the coastal lowlands of Sonora, Mexico. Pollen records from packrat middens. J. Arid Environ. 30: 295-306.

Beaumont Pfeifer, D. J. y B. A. Duarte Rodríguez. 2001. Los Pimas, Catálogo de piezas arqueológicas pertenecientes a la zona indígena pima. Gobierno del Estado de Sonora. Hermosillo, México. 44 pp.

Búrquez, A., A. Martínez-Yrízar y P. S. Martin. 1992. From the high Sierra Madre to the coast: changes in vegetation along highway 16, Maycoba-Hermosillo. In: Clark, K. F., J. Roldán y R. H. Schmidt (eds.). Geology and resources in Northern Sierra Madre Occidental, Mexico. El Paso Geol. Soc. El Paso, Texas. pp. 239-252.

Cochemé, J. J. y A. Demant. 1991. Geology of the Yécora area, northern Sierra Madre Occidental, Mexico. Geological Society of America Special Paper 254: 81-94.

Davis, O. K., T. Minckley, T. Moutoux, T. Jull y B. Kalin. 2002. The transformation of Sonoran Desert wetlands following the historic decrease of burning. J. Arid Environ. 150(3): 393-412.

DiPeso, C. C. 1966. Archeology and ethnohistory of the Northern Sierra. In: Ekholm, G. F. y G. R. Willey (eds.). Handbook of Middle American Indians. Vol. 4. University of Texas Press. Austin, Texas. pp. 3-25.

Faegri, K., P. E. Kaland y K. Krzywinski. 1989. Textbook of pollen analysis. 4th ed. John Wiley & Sons, Inc. Nueva York. 328 pp.

Goeury, C. 1997. GpalWin: gestion, traitement et représentation des données de la paléoécologie. XV Symposium, Association des Palynologues de Langue Française. Lyon, France. 31 pp.

López-Sáez, J. A., B. Van Geel y M. Martín-Sánchez. 2002. Aplicación de los microfósiles no polínicos en palinología arqueológica. In: Oliveira, J. V. (ed.). Contributos das ciências e das technologias para a arqueologia da Península Ibérica. Actas do 3º Congresso de Arqueología Peninsular. Vol. IX. Vila-Real, Portugal, setembro de 1999, ADECAP, Porto, Portugal. pp. 11-20.

Lozano-García, S., B. Ortega-Guerrero y S. Sosa-Nájera. 2002. Mid- to Late-Wisconsin pollen record of San Felipe basin, Baja California. Quaternary Res. 58(1): 84-92.

Martin, P. S. 1963. The last 10,000 years. A fossil pollen record of the American Southwest. The University of Arizona Press. Tucson, Arizona. 87 pp.

Metcalfe, S. E., S. L. O’Hara, M. Caballero y S. J. Davies. 2000. Records of late Pleistocene-Holocene climatic change in Mexico - A review. Quaternary Sci. Rev. 19: 699-721.

Metcalfe, S. E., A. Say, S. Black, R. McCulloch y S. L. O'Hara. 2002. Wet conditions during the last glaciation in the Chihuahuan Desert, Alta Babícora basin, México. Quaternary Res. 57(1): 91-101.

Mitsch, W. J. y J. G. Gosselink. 2000. Wetlands. 3a. ed. John Wiley & Sons, Inc. Nueva York. 920 pp.

Ortega-Guerrero, B., M. Caballero, S. Lozano-García y M. O. Villanueva. 1999. Paleoenvironmental record of the last 70,000 yr in San Felipe basin, Sonora Desert, Mexico. Geofísica Internacional 38(3): 153-163.

Ortega-Ramírez, J., A. Valiente-Banuet, J. Urrutia-Fucugauchi, C. A. Mortera-Gutiérrez y G. Alvarado-Valdez. 1998. Paleoclimatic changes during the Late Pleistocene - Holocene in Laguna Babícora, near the Chihuahuan Desert, México. Can. J. Earth Sci. 35(10): 1168-1179.

Ortega-Rosas, C. I. 2000. Historia de la vegetación en la Ciénega de Camilo durante el Holoceno, municipio de Yécora, Sonora, Sierra Madre Occidental. Tesis de licenciatura, Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora. Hermosillo, Sonora. 106 pp.

Ortega-Rosas, C. I. 2003. Palinología de la Ciénega de Camilo: datos para la historia de la vegetación y el clima del Holoceno medio y superior en el NW de la Sierra Madre Occidental, Sonora, México. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 109 pp.

Ortiz-Acosta, M. E. 2003. Données et méthodes pour l'histoire de la végétation et du climat du nord-ouest du Mexique. PhD Thése. Université d'Aix-Marseille III. Marseille, France. 147 pp.

Ortiz-Garay, A. 1995. Pimas. Etnografía contemporánea de los pueblos indígenas de México, región noroeste. Instituto Nacional Indigenista. México, D.F. pp. 293-366.

Rhode, D. 2002. Early Holocene Juniper woodland and chaparral taxa in the central Baja California Peninsula, Mexico. Quaternary Res. 57(1): 102-108.

Roldán, J. y K. F. Clark. 1992. An overview of the geology and mineral deposits of the northern Sierra Madre Occidental and adjacent areas. In: Clark, K. F., J. Roldán y R. H. Schmidt (eds.). Geology and mineral resources of the northern Sierra Madre Occidental, Mexico. El Paso Geol. Soc. Field Cont. Guidebook 24. El Paso, Texas. pp. 39-65.

Rousset, O. y J. Lepart. 1999. Shrub facilitation of *Quercus humilis* regeneration in succession on calcareous grasslands. J. Veg. Sci. 10: 493-502.

Rzedowski, J. 1981. Vegetación de México. Limusa. México, D.F. 432 pp.

Sankey, J. T., T. R. Van Devender y W. H. Clark. 2001. Late Holocene plants, Cataviña, Baja California. The Southwest. Nat. 46(1): 1-7.

Sirkin, L., S. Pedrin, G. Padilla y E. Díaz. 1994. Holocene vegetation and climate of Baja California Sur, México. Rev. Mex. Cienc. Geol. 11(1): 79-86.

Stuiver, M. y P. J. Reimer 1993. Extended 14C data base and revised CALIB 3.0 14C age calibration program. Radiocarbon 35: 215-230.

Swanson, E. y D. Walk. 1988. Mid-Tertiary silic volcanism in Chihuahua, Mexico. In: Clark, K. F., P. Goodell y J. Hoffer (eds.). Stratigraphy, tectonics and resources of parts of the Sierra Madre Occidental Province, Mexico. El Paso Geol. Soc. El Paso, Texas. pp. 229-239.

Van Devender, T. R. 1987. Holocene vegetation and climate in the Puerto Blanco mountains, Southwestern Arizona. Quaternary Res. 27(1): 51-72.

Van Devender, T. R. 1990a. Late Quaternary vegetation and climate of the Chihuahuan Desert, United States and Mexico. In: Betancourt, J. L., T. R. Van Devender y P. S. Martin (eds.). Packrat Middens. The last 40,000 years of biotic change. The University of Arizona Press. Tucson, Arizona. pp.105-133.

Van Devender, T. R. 1990b. Late Quaternary vegetation and climate of the Sonoran Desert, United States and Mexico. In: Betancourt, J. L., T. R. Van Devender y P. S. Martin (eds.). Packrat Middens.The Last 40,000 years of Biotic Change. The University of Arizona Press. Tucson, Arizona. pp. 134-164.

Van Devender, T. R., R. Thompson y J. L. Betancourt. 1987. Vegetation history of the deserts of southwestern North America; The nature and timing of the Late Wisconsin-Holocene transition. In: Ruddiman, W. F. y H. E. Wright Jr. (eds.). North America and adjacent oceans during the last deglaciation. Geological Society of America. Boulder, Colorado. pp. 323-352.

Van Devender, T. R., A. L. Reina G., M. C. Peñalba y C. I. Ortega-Rosas. 2003. The Ciénega de Camilo: a threatened habitat in the Sierra Madre Occidental of eastern Sonora, Mexico. Madroño 50: 187-195.

Van Devender, T. R. y A. L. Reina G. 2005. Floristic comparison of an Arizona 'sky island' and the Sierra Madre Occidental in eastern Sonora: the Huachuca Mountains and the Yécora area. In: Gottfried, G. J., B. S. Gebow, L. G. Eskew y C. B. Edminster (comps.). Connecting mountain islands and desert seas: biodiversity and management of the Madrean Archipielago II. Proc. of the Madrean Archipelago. United States Departmente of Agriculture, Forest Service Proceedings RMRS-P-36. Tucson, Arizona. pp. 154-157.

Van Devender, T. R., J. R. Reeder, C. G. Reeder y A. L. Reina G. 2005. Distribution and diversity of grasses in the Yécora region of the Sierra Madre Occidental of eastern Sonora, Mexico. In: Cartron, J. L. E., G. Ceballos y R. S. Felger (eds.). Biodiversity, ecosystems, and conservation in northern Mexico. Oxford University Press. Oxford. pp. 107-121.

Van Geel, B. 1978. A paleoecological study of Holocene peat bog sections in Germany and The Netherlands. Rev. Palaeobot. Palynol. 25: 1-120.

Van Geel, B., L. R. Mur, M. Ralska-Jasiewiczowa y T. Goslar. 1994. Fossil akinetes of *Aphanizomenon* and *Anabaena* as indicators for medieval phosphate-eutrophication of Lake Gosciaz (Central Poland). Rev. Palaeobot. Palynol. 83: 97-105.

Van Geel, B., V. Odgaard y M. Ralska-Jasiewiczowa. 1996. Cyanobacteria as indicators of phosfate-eutrophication of lakes and pools in the past. PACT 50(1): 399-415.

Wright, H. E. Jr. 1991. Coring tips. J. Paleolimnol. 6(1): 37-49.

Recibido en octubre de 2006.

Aceptado en febrero de 2008.

Reseña de Libro

Dorado, O., D. M. Arias, R. Ramírez y M. Sousa. 2005. Leguminosas de la Sierra de Huautla. Imágenes y descripciones. CEAMISH-UAEM / CONABIO. Cuernavaca, Morelos, México. 176 pp.

La Sierra de Huautla, en la zona sur del estado de Morelos, es una comarca notable por su diversidad biológica y uno de los remanentes más grandes de selva baja caducifolia en el centro del país. Por ello ha sido reconocida como región terrestre prioritaria, como área de importancia para la conservación de las aves y de la selva seca en México. En esta área, para la que se han identificado ya más de mil especies de plantas, las leguminosas constituyen la familia más numerosa con un total de 125.

El libro comentado presenta algunas de las características más relevantes de una porción importante de estas especies. Es una aportación notable para acercar a su conocimiento y estudio a diferentes sectores de la población. No sólo es aplicable a la Sierra de Huautla, sino también podrá serlo para el conjunto de las selvas secas de la Cuenca Alta del Balsas, en el centro de México; por lo que sin duda es una buena selección para la biblioteca de biólogos e interesados en general en esta familia notable de plantas.

El trabajo incluye un prólogo del Dr. Jerzy Rzedowski y una breve presentación de los autores. El resto se divide en nueve secciones con información, entre otros temas, de las características generales de las leguminosas, los métodos con los que se avanzó en la elaboración del libro y datos generales sobre la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla y el Centro de Educación Ambiental e Investigación Sierra de Huautla (institución de adscripción de los tres primeros autores del libro).

En la sección V se incluye una pequeña clave para definir los rasgos generales de las tres subfamilias que se reconocen para el grupo, material gráfico de buena calidad que ilustra características taxonómicas útiles en la identificación de las leguminosas y el listado de las especies de la familia registradas para la Sierra de Huautla.

Al final del libro se inserta un glosario de términos botánicos usados en las descripciones de este grupo de plantas (que fácilmente podrá convertirse en material de apoyo para la impartición de clases de taxonomía botánica), que sin lugar a dudas ayuda a la identificación de ejemplares de las especies de la familia en cuestión, tratadas en el libro o de aquellas que no lo están.

El corazón del libro consiste de los textos descriptivos acompañados de fotografías y/u otras ilustraciones de 60 especies de leguminosas presentes en la región. La mayor relevancia de esta publicación radica justamente en el empleo potencial

que se le de como guía de campo, pues facilitará a sus usuarios la identificación de cerca de la mitad de los miembros de la familia existentes en las selvas secas de la región.

Las fotografías son de muy buena calidad y no sólo ilustran las características notables de cada especie, sino también la diversidad de respuestas al ambiente que este grupo ha generado dentro de un patrón más o menos general y común en la familia, así como la belleza intrínseca de varias estructuras que suele pasar desapercibida para ojos no expertos. Ya sólo por ello, el libro podrá atraer a alumnos e investigadores al estudio de estas plantas.

Siendo una obra elaborada por especialistas botánicos, su objetivo principal consiste en presentar las características morfológicas de las especies tratadas. Sin embargo, cada descripción incluye también de manera breve datos complementarios de gran utilidad sobre la distribución y fenología de cada planta, así como información sobre su uso por las comunidades rurales. Para futuras ediciones sería interesante incorporar más datos sobre su distribución y abundancia en la Sierra de Huautla, así como sobre la historia natural de las leguminosas en cuestión.

De las especies que se describen y las incluidas en el listado hay siete que originalmente fueron descubiertas como nuevas por los autores del libro, lo que sin duda es evidencia de la experiencia y autoridad de los mismos en la taxonomía de este conjunto de plantas. Que ello ocurra, es uno de los valores agregados de la obra pues los especialistas en este grupo en el país no son muchos y es de celebrarse que hayan decidido transmitir y aplicar su conocimiento en una publicación accesible y de utilidad práctica para un público no exclusivamente botánico.

Entre las especies seleccionadas encontramos 18 de forma arbórea, 22 arbustivas y 20 herbáceas (entre ellas dos trepadoras). De los 32 géneros incluidos, los mejor representados son *Acacia, Senna* y *Mimosa*, que en conjunto componen un cuarto de las plantas descritas en la obra. Sorprende un poco que en todo el libro, pero particularmente en la sección VII que tiene información sobre el CEAMISH, no se destaque la relevancia y características del herbario HUMO, que alberga una colección numerosa y representativa de la flora de la Sierra de Huautla y que en especial es una fuente de referencia obligada a acudir si se quiere abundar en el conocimiento de las leguminosas de la Sierra de Huautla. También sorprende que no se haya buscado complementar la ilustración de características faltantes de algunas de las plantas con imágenes de ejemplares herborizados contenidos en este herbario.

Según señalan los autores, la selección de las especies a incluir en el libro se basó sobre todo en la disponibilidad de fotografías (lo que probablemente esté asociado indirectamente con la frecuencia de cada especie y por ello con la facili-

dad de retratarla), pero también con su abundancia, relevancia o "carisma". Por ello llama la atención la ausencia de cobertura de algunas leguminosas como *Erythrina americana*, algún representante de *Coursetia* y *Diphysa robinioides,* que el lector esperaría encontrar en la obra.

En conclusión, esta publicación es un buen libro que ayudará al estudio de las leguminosas de las selvas secas del país en general y de la zona centro de México, en particular.

David Valenzuela Galván, Departamento de Ecología y Conservación de los Recursos Naturales, Centro de Educación Ambiental e Investigación Sierra de Huautla-Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Avenida Universidad núm. 1001, Col. Chamilpa, 62209 Cuernavaca, Morelos, México.



NORMAS EDITORIALES E INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

Acta Botanica Mexicana es una publicación del Instituto de Ecología, A.C. que aparece cuatro veces al año. Da a conocer trabajos originales e inéditos sobre temas botánicos y en particular los relacionados con plantas mexicanas. Todo artículo que se presente para su publicación deberá dirigirse al Comité Editorial de *Acta Botanica Mexicana*, ajustándose a las siguientes normas e instrucciones.

NORMAS

Principalmente se publicarán artículos escritos en español, aceptándose cierta proporción de trabajos redactados en inglés, francés o portugués.

Todo trabajo recibido por el Comité Editorial merecerá un inmediato acuse de recibo.

El Comité Editorial considerará, en primera instancia, la presentación y el estilo del artículo. Posteriormente será sometido a un sistema de arbitraje para su aceptación definitiva. En el referéndum participarán dos científicos especialistas en el tema, cuyas opiniones serán consideradas para la aceptación del trabajo. En caso de divergencia entre los árbitros, el artículo y las opiniones serán presentadas a un tercer revisor.

La decisión final sobre la aceptación de un trabajo corresponderá al propio Comité Editorial, tomando en cuenta las opiniones de los revisores.

El orden de publicación atenderá a las fechas de recepción y aceptación del trabajo. Cuando el trabajo sea aceptado para su publicación, el autor principal será notificado por escrito del número de revista en el que aparecerá y los costos derivados del derecho de página y compra de sobretiros.

No se aceptarán trabajos que, pudiendo integrarse como unidad, sean presentados por separado en forma de pequeñas contribuciones o notas numeradas. Asimismo, no serán aceptados trabajos preliminares o inconclusos, que sean factibles de terminar a mediano o corto plazos. Todo trabajo rechazado para su publicación no será aceptado con posterioridad.

INSTRUCCIONES

Enviar el manuscrito, incluyendo fotografías e ilustraciones, en original y dos copias, impreso a doble espacio, con letra de 12 puntos, en hojas de papel blanco tamaño carta (21.5 X 28 cm), con márgenes de 3 cm, numeradas consecutivamente desde los resúmenes hasta la literatura citada. La carátula incluirá el título en español y en inglés, el nombre completo del autor o autores, créditos institucionales, dirección postal y electrónica. Las ilustraciones (fotografías, gráficas, cuadros, esquemas, etc.), deberán presentarse separadas del texto, en un formato de proporciones 2 X 3 o 3 X 4. Asimismo se sugiere presentar láminas compuestas por varias figuras o fotografías, evitando las figuras pequeñas aisladas. Las ilustraciones deberán estar debidamente protegidas para su manipulación y envío, anotando al reverso el nombre del autor, título del artículo y número de figura. En el caso de microfotografías debe indicarse el aumento correspondiente.

Aparte de la versión escrita, es necesario enviar el archivo electrónico de la misma en procesador de texto (Word, Word Perfect, etc.). Las ilustraciones (mapas o figuras) deben ir en archivos diferentes, no pegadas o incrustadas dentro del archivo de texto, con extensión tiff, pdf, psd, eps (en caso de estar vectorizadas) con una resolución mínima de 600 dpi (puntos por pulgada). Si se incluyen gráficas en Excel, éstas deben ir también separadas del texto en el mismo formato del programa.

La contribución deberá estar redactada y escrita correctamente y sin errores. Se sugiere que el borrador del artículo se someta a la lectura de por lo menos dos personas con experiencia en la redacción de trabajos similares.

El texto debe incluir un resumen en el idioma en el que está escrito y/o en español, con una extensión proporcional a la del trabajo. Si el artículo está escrito en inglés, francés o portugués, se recomienda un amplio resumen en español.

Si se envían fotografías, éstas deberán ser preferentemente en blanco y negro, con buen contraste para su óptima reproducción. Las fotografías en color tienen un costo adicional, por lo que es recomendable que se acomoden varias en una sola página. El formato más adecuado son las diapositivas. En caso de presentar fotografías digitales, éstas deben tener una resolución mínima de 300 dpi.

Las leyendas de las ilustraciones se concentrarán todas en secuencia numérica en una (o varias) hojas por separado. La ubicación aproximada de cada figura deberá señalarse en el texto, anotando el número de figura en el margen izquierdo.

Todo trabajo de tipo taxonómico deberá ajustarse a la última edición del Código Internacional de Nomenclatura Botánica. Para cualquier duda referente a la presentación de los escritos consulte los números ya publicados de la revista o bien diríjase a la dirección abajo señalada.

COSTOS DE PUBLICACIÓN Y SOBRETIROS

El Instituto de Ecología no pretende lucrar con la publicación de *Acta Botanica Mexicana*; a través de la solicitud de una contribución institucional para el financiamiento de cada publicación, sólo trata de recuperar una parte de los gastos derivados de dicha actividad.

La cuota por concepto de derecho de página es de $20.00 para México y $ 16.00 u.s.d. para el extranjero, quedando sujeta a cambios posteriores acordes con el aumento de los costos de impresión y relativos. El monto de la contribución se indicará junto con la aceptación definitiva del trabajo, de manera que el autor disponga de tiempo para tramitar esta ayuda.

Se obsequiarán a los autores 25 sobretiros por artículo. Si se desean sobretiros adicionales éstos se cobrarán al costo de impresión de los mismos.

Al devolver a los editores las pruebas de plana corregidas, cada autor deberá incluir el importe determinado para la publicación de su trabajo y de los sobretiros extras solicitados.

Enviar correspondencia a: *Acta Botanica Mexicana*. Instituto de Ecología, A.C., Centro Regional del Bajío, Apartado postal 386, Ave. Lázaro Cárdenas 253, C.P. 61600 Pátzcuaro, Michoacán.
correo electrónico: rosamaria.murillo@inecol.edu.mx





Acta Botanica Mexicana Núm. 83
consta de 800 ejemplares y fue impresa en la
Imprenta Tavera Hermanos, S.A. de C.V.
Av. Lázaro Cárdenas Núm. 3052
Morelia, Mich.
el mes de abril de 2008



Toda correspondencia referente a suscripción, adquisición de números o canje, debe dirigirse a:

Acta Botanica Mexicana

Instituto de Ecología, A. C.

Centro Regional del Bajío

Apartado postal 386

61600 Pátzcuaro, Michoacán, México

e-mail: murillom@inecolbajio.edu.mx

Suscripción anual: México $150.00 Extranjero $30.00 U.S.D.



Acta Botanica Mexicana, No. 83 (2008)

CONTENIDO